



Semiconductor element and mfg method

Publication number: CN1484328
Publication date: 2004-03-24
Inventor: MASAKI HASHIMURA (JP); SHIGEKI KONISHI (JP);
NAOHISA NAGASAKA (JP)
Applicant: TOYODA GOSEI KK (JP)
Classification:
- international: *B23K26/40; H01L21/78; H01L33/00; H01S5/02;*
H01S5/323; B23K26/00; H01L21/70; H01L33/00;
H01S5/00; (IPC1-7): H01L33/00; H01L21/00
- European: B23K26/40B; B23K26/40B6; H01L21/78; H01L33/00G6
Application number: CN20031049196 20030620
Priority number(s): JP20020183730 20020624; JP20020326194 20021108;
JP20020326195 20021108; JP20030013398 20030122

Also published as:

 EP1376687 (A2)
 US7183136 (B2)
 US2005186760 (A1)
 KR20040000355 (A)
 EP1376687 (A3)

[more >>](#)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for CN1484328

Abstract of corresponding document: **EP1376687**

A plurality of Group III nitride compound semiconductor layers are formed on a substrate for performing the formation of elements and the formation of electrodes. The Group III nitride compound semiconductor layers on parting lines are removed by etching or dicing due to a dicer so that only an electrode-forming layer on a side near the substrate remains or no Group III nitride compound semiconductor layer remains on the parting lines. A protective film is formed on the whole front surface. Separation grooves are formed in the front surface of the substrate by laser beam irradiation. The protective film is removed together with reaction products produced by the laser beam irradiation. The rear surface of the substrate 1s is polished to reduce the thickness of the substrate. Then, rear grooves corresponding to the latticed frame-shaped parting lines are formed in the rear surface of the substrate. The substrate is divided into individual elements along the parting lines.

FIG. 1A

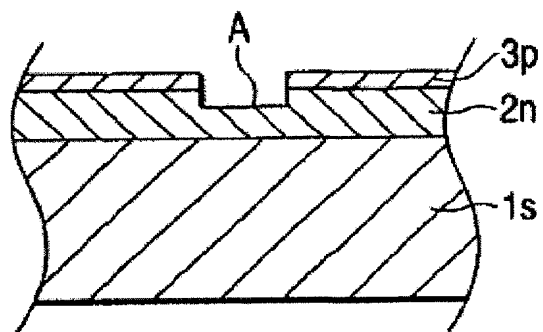


FIG. 1B

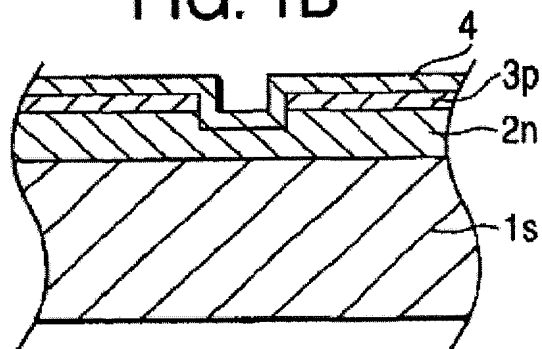


FIG. 1C

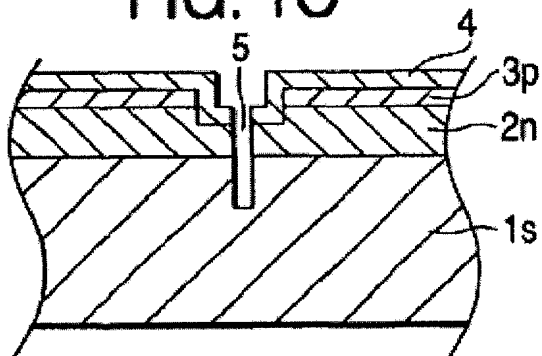


FIG. 1D

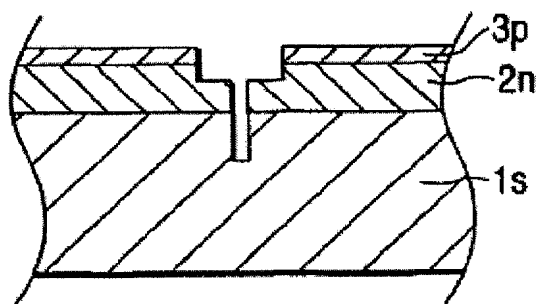


FIG. 1F

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

[51] Int. Cl⁷

H01L 33/00

H01 L 21/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03149196.0

[43] 公开日 2004 年 3 月 24 日

[11] 公开号 CN 1484328 A

[22] 申请日 2003.6.20 [21] 申请号 03149196.0

[30] 优先权

[32] 2002. 6. 24 [33] JP [31] 2002 - 183730

[32] 2002. 11. 8 [33] JP [31] 2002 - 326194

[32] 2002. 11. 8 [33] JP [31] 2002 - 326195

[32] 2003. 1. 22 [33] JP [31] 2003 - 013398

[71] 申请人 丰田合成株式会社

地址 日本国爱知县

[72] 发明人 桥村昌树 小西茂辉 长坂尚久

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

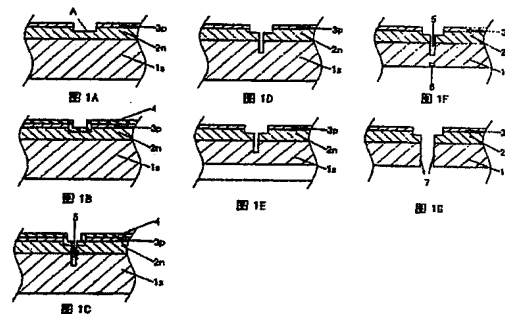
代理人 刘晓峰

权利要求书 4 页 说明书 31 页 附图 29 页

[54] 发明名称 半导体元件及其制造方法

[57] 摘要

在基片上形成多个第 III 族氮化物化合物半导体层，用于进行元件的形成和电极的形成。通过蚀刻或切块机切割除去在分离线上的第 III 组氮化物化合物半导体层，以便仅仅残留接近基片一侧的电极形成层或在所述分离线上不残留第 III 族氮化物化合物半导体层，保护膜形成在整个前部表面上。通过激光照射在基片的前部表面上形成分离槽。保护膜与激光束照射产生的不必要的产物一起除去。研磨基片的后部表面，减小基片的厚度。然后，在基片的后部表面中形成与格式框架状分离线相对应的后面槽。基片沿分离线分离成各个元件。



1. 一种生产多个半导体元件的方法，所述方法通过单独分离形成在基片上的所述半导体元件，所述方法包括如下步骤：

5 除去分离线上的半导体层，以便 (i) 仅仅残留接近所述基片一侧的电极形成层或 (ii) 在所述分离线上不残留半导体层；

 形成保护膜，以便所述半导体层覆盖有所述保护膜并且所述保护膜能够通过后续处理除去；

10 用激光束沿所述分离线扫描所述基片，以便在所述基片的前部表面中形成分离槽；以及

 除去所述保护膜和所述激光束扫描产生的不必要的产物，

 其中通过所述激光束扫描沿所述分离线形成的所述分离槽用于将所述基片分离成各个各个半导体元件。

15 2. 根据权利要求 1 所述的生产多个半导体元件的方法，其中在电极形成蚀刻处理中进行半导体层除去步骤，电极形成蚀刻处理用于通过蚀刻暴露接近所述基片一侧的电极形成层的电极形成部分。

 3. 根据权利要求 1 所述的生产多个半导体元件的方法，其中在半导体层除去步骤中，还通过切割除去所述分离线上的所述基片的电极形成层侧的部分。

20 4. 根据权利要求 1 所述的生产多个半导体元件的方法，其中在保护膜和不必要的产物除去步骤之后，在所述基片的后部表面中形成与所述分离槽相对应的后面槽。

25 5. 根据权利要求 1 所述的生产多个半导体元件的方法，其中在保护膜和不必要的产物除去步骤之后，研磨所述基片的后部表面以便减小所述基片的厚度，从而通过仅仅使用在所述基片的所述前部表面中形成的所述分离槽能够将所述基片分离成各个半导体元件。

30 6. 根据权利要求 1 所述的生产多个半导体元件的方法，其中在保护膜和不必要的产物除去步骤之后，研磨所述基片的后部表面以便减小所述基片的厚度并且然后在所述基片的后部表面中形成与所述分离线相对应的后面槽。

7. 一种生产多个半导体元件的方法，所述方法通过单独分离形成在基片上的半导体元件，所述方法包括如下步骤，即通过激光束照射形成分离槽之后，对所述分离槽进行抛光或研磨或喷砂处理。

8. 根据权利要求 7 所述的生产多个半导体元件的方法，其中：

5 在其上形成半导体层和电极的所述基片的前部表面相对的所述基片的后部表面中形成所述分离槽；及

对所述后部表面进行所述研磨或喷砂处理。

9. 根据权利要求 7 所述的生产多个半导体元件的方法，其中：

当使用所述喷砂处理时，在所述喷砂处理中使用的颗粒如此选择，
10 即，所述颗粒直径的中值等于每一个分离槽的大约一半的宽度。

10. 根据权利要求 7 所述的生产多个半导体元件的方法，其中所述基片是蓝宝石基片。

11. 根据权利要求 7 所述的生产多个半导体元件的方法，其中：

当使用所述喷砂处理时，在所述喷砂处理中使用的颗粒主要是氧化
15 铝或碳化硅的。

12. 一种生产多个半导体元件的方法，所述方法通过单独分离形成在基片上的所述半导体元件，所述方法包括如下步骤：

除去分离线上的半导体层，以便 (i) 在所述分离线上仅仅残留接近所述基片一侧的电极形成层或 (ii) 在所述分离线上没有半导体层；

20 用激光束沿所述分离线扫描所述基片，以便形成断续线状分离槽或点线状分离槽，

其中使用通过激光束扫描沿所述分离线形成的所述断续线状分离槽或点线状分离槽，以便将所述基片分离成各个半导体元件。

13. 根据权利要求 12 所述的生产多个半导体元件的方法，其中通过
25 电极形成蚀刻处理进行半导体层除去步骤，电极形成蚀刻处理用于通过蚀刻暴露所述电极形成层的电极形成部分。

14. 根据权利要求 12 所述的生产多个半导体元件的方法，其中在半导体层除去步骤中，还通过切割除去所述分离线上的所述基片的元件形成表面的一部分。

30 15. 根据权利要求 12 所述的生产多个半导体元件的方法，还包括如

下步骤:

在激光束扫描步骤之前形成保护膜以便形成在所述基片的前部表面侧上的层覆盖有所述保护膜并且所述保护膜能够通过后续处理除去; 及

5 在激光束扫描步骤之后除去所述保护膜和激光束扫描产生的不必要的产物。

16. 根据权利要求 12 所述的生产多个半导体元件的方法, 其中在所述分离槽用于将所述基片分离成元件之前, 在所述基片的后部表面中形成与所述分离线相对应的后面槽。

10 17. 根据权利要求 12 所述的生产多个半导体元件的方法, 其中在所述分离槽用于将所述基片分离成元件之前, 研磨所述基片的后部表面以便减小所述基片的厚度, 从而所述基片能够仅仅通过形成在所述基片的前部表面中的所述分离槽分离成各个半导体元件。

15 18. 根据权利要求 12 所述的生产多个半导体元件的方法, 其中在所述分离槽用于将所述基片分离成元件之前, 研磨所述基片的后部表面以便减小所述基片的厚度并且然后在所述基片的后部表面中形成与所述分离线相对应的后面槽。

19. 一种生产多个半导体元件的方法, 所述方法通过从半导体晶片获取所述多个发光元件, 所述半导体晶片通过在晶体生长基片上层叠多个氮化物化合物半导体层形成, 所述方法包括如下步骤: 即在形成在所述半导体晶片上的并且用作所述半导体元件中的每一个的负电极的金属层上进行激光束照射, 由此形成连续线状分离槽, 点线状分离槽, 断续线状分离槽或十字形分离槽, 所述分离槽用于将所述半导体晶片分离成所述多个半导体元件。

20. 根据权利要求 19 所述的生产多个半导体元件的方法, 其中
25 所述方法还包括如下步骤: 即在分离之前在所述半导体元件中的每一个的大约整个外周上层叠所述金属层, 以便所述金属层环绕在所述半导体元件中的每一个的所述大约整个外周上; 及

在所述激光束照射步骤中, 所述分离槽如此形成, 即所述分离槽中的每一个环绕在所述半导体元件中的每一个的所述大约整个外周上。

30 21. 根据权利要求 19 所述的生产多个半导体元件的方法, 所述方法

还包括如下步骤:

在所述激光束照射步骤之前形成保护膜, 所述保护膜用于覆盖所述半导体晶片的前部表面; 及

在所述激光束照射步骤之后除去所述保护膜。

- 5 22. 根据权利要求 19 所述的生产多个半导体元件的方法, 所述方法还包括如下步骤: 即研磨所述晶体生长基片的后部表面, 以便使所述晶体生长基片变薄。

23. 根据权利要求 19 所述的生产多个半导体元件的方法, 所述方法还包括如下步骤: 即从所述晶体生长基片的后部表面在所述晶体生长基
10 片中形成分离线, 以便所述分离线分别面对所述分离槽。

24. 一种半导体元件, 所述半导体元件从半导体晶片获取, 所述半导体晶片通过在晶体生长基片上层叠多个氮化物化合物半导体层形成, 其中所述半导体元件通过权利要求 19 中限定的生产方法生产。

25. 根据权利要求 24 所述的半导体元件, 其中:

- 15 所述半导体元件是引线接合型半导体元件; 及

所述半导体元件包括围壁形状的外周负电极, 用于至少部分地将发光部分与外部封闭。

26. 根据权利要求 24 所述的半导体元件, 其中:

所述半导体元件是设有半透明的基片的倒装芯片型半导体元件; 及

- 20 所述半导体元件包括围壁形状的外周负电极, 用于至少部分地将发光部分与外部封闭。

27. 根据权利要求 25 或 26 所述的半导体元件, 其中形成所述外周负电极, 使其高度至少等于所述发光层的至少一个侧壁的一侧的发光层的高度。

- 25 28. 根据权利要求 27 所述的半导体元件, 其中所述外周负电极的至少一部分通过电绝缘膜形成在所述侧壁上。

半导体元件及其制造方法

5

技术领域

本发明涉及一种用于制造在基片上形成的半导体元件的方法。本发明尤其是涉及一种方法，用于以容易的方式通过分别单独分离在基片上形成的半导体元件获得具有高成品率的半导体元件。

背景技术

在制造诸如发光二极管的第 III 族氮化物化合物半导体元件中，蓝宝石，尖晶石等用作基片材料。由这些材料制成的基片与利用硅和砷化镓制成的基片的不同之处是他们不容易加工。因此，当通过在由这些材料中的一种制成的基片上层叠第 III 族氮化物化合物半导体获得的晶片分成各个元件时，与由其它材料制成的半导体元件相比，分割具有困难。

例如，半导体元件如下制造。在每一分离线上的第 III 族氮化物化合物半导体层的部分通过蚀刻除去或通过装有金刚石切刀的切片机在基片的前部表面中形成分离槽，从基片的前部表面达到约 10 μm 的深度（所谓的半切）。然后，通过刻划刀在基片的后部表面中形成后部浅槽之后，通过滚轮破断装置将晶片分成元件。在这种情况下，形成元件之后，在形成后部槽之前 300 μm 厚的晶片后部表面常常研磨（polish），以便将晶片的厚度减小到约 100 μm 。结果，在分离期间，缺陷元件的百分比常常达到约 5%，其中包括破裂以至于损坏元件功能的元件（元件破裂）和具有部分碎裂外边缘以至于不能认为是正常物品的元件（碎裂）。当通过切片机在基片中形成 10 μm 深的分离槽时，每一个分离槽的宽度需要在 20 μm 至 30 μm 的范围中。尽管当从基片的前部表面每一个分离槽的深度增加可以减少通过基片破裂的方式所引起的失效，但每一个分离槽的宽度必须增加，以便获得增加的深度。当每一个分离槽的宽度增加时，从一

个晶片所获得的半导体元件数减少。此外，必须例如根据晶片的厚度改变研磨基片后部表面所需要的时间和设定条件。这是非常麻烦的工作，需要反复试验。另一方面，具有多种利用激光束形成分离槽的建议。然而，这些建议还没有实际应用到的第 III 族氮化物化合物半导体元件的制造中。

当通过激光束辐射形成分离槽时，基片和半导体材料熔化并且蒸发，以至于元件表面被反应产物污染。为了防止元件表面被反应产物污染，一种可行的方法是在形成分离槽之前用保护薄膜覆盖元件表面。作为选择，可想出的另一种方法是不在作为元件形成表面的前部表面中形成分离槽，而是在后部表面中形成分离槽。然而，在形成的分离槽本身，熔化并且再次成为固体的基片的一部分保留在外周，即元件的侧面上。当在透明的蓝宝石基片上形成发光元件时，在元件的外周（侧面）和后部表面上形成不透明的沉淀物。结果，降低了每一个发光元件的光发出效率。

此外，熔化的半导体会形成所不期望的短路，显著地损坏了元件的性能或根据场合提供一种用于生产很少量的可接受产品的分离方法。

下面根据附图更详细说明上述例子。

首先，参照图 26A 和 26B 以及图 27A 至 27C 描述在半导体晶片上应用的激光束的一般照射操作。图 26A 和 26B 涉及发光二极管（LED）。当为了将晶片分离成大量半导体芯片在半导体晶片上施加激光束时，激光束的热量使基片和半导体层熔化，以至于在每一个半导体芯片的外周的分离部分中形成熔化层，例如，如图 26A 和 26B 所示。由于熔化层不是半透明的以至发光层发出的光被吸收到熔化层，因此，熔化层是降低 LED 的外量子效率的主要原因。

此外，当在图 27A 至 27C 所示的过程中通过激光照射在半导体晶片上形成每一个分离槽 S 时，半导体层（p/n）和基片（Sap.）熔化，蒸发并且散落，以至沉积在暴露的半导体层的上部表面上。结果，污染了半导体层的上部表面。这种污染（沉积）也是降低半导体发光元件的外量子效率的主要原因。

由于不容易消除这种使提高半导体发光元件的外量子效率恶化的原

因（熔化层和沉积），因此，迄今通常使用利用小块切割机或划片切割机的晶片分离方法。

图 28 是半导体芯片 21 的俯视图，该半导体芯片能够由根据相关技术的分离方法制造。半导体芯片 21 的特点是具有外周负电极 5a 的 n 电极（负电极）5 设置在 n 层 2（n 型层）的暴露的上部表面上。标号 4 表示 p 层（p 型层）；以及 8 表示正电极（或电极极板）。在 p 层 4 的上部表面上可以较宽地均匀形成半透明的薄膜金属层。

图 29 是描述具有大量半导体芯片 21 的相关技术的半导体晶片 20 分离前的部分的俯视图。从生产效率的观点，实际上大量的芯片可以常常排列在一个晶片上。标记 L 表示在半导体晶片 20 上相邻的半导体芯片 21 的发光层之间的距离。

图 30A 和 30B 是描述半导体晶片 20 的部分的剖视图。通过晶体生长在晶体生长基片 1 上相继层叠 n 层 2，发光层 3 和 p 层 4。当然每一层可以设置为多层结构。

标记 L_1 表示从发光层 3 的侧壁到外周负电极 5a 的光反射表面的距离。距离 L_1 的长度需要至少足以确保外周负电极 5a 与其它诸如设置在侧面的发光层 3 的半导体层电绝缘。距离 L_1 还取决于用于形成外周负电极 5a 的金属层的图案形成精度。

标记 L_2 表示外周负电极 5a 的宽度。为了满足诸如与 n 层 2 的粘接强度，电流密度分布，加工精度和小型化的必要条件一般选择宽度 L_2 不小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 。

在半导体晶片 20 上的左和右芯片的外周负电极 5a 之间的距离 Δ 有下面的表达式 (1) 表示。

[表达式 1]

$$\Delta = L - 2(L_1 + L_2) \quad (1)$$

顺便说一下，图 13B 描述了通过切割在左和右芯片的外周负电极 5a 之间形成分离槽 S 的状态。

一般在切割之前从距离 Δ 所表示的区域除去金属层。划片切割机（scribing cutter）或小块切割机一般较昂贵，因为两者常常由大量聚集在一起的金金刚石颗粒（小片）制成。如果不除去金属层进行切割过程，昂

贵的切割机很快阻塞或粘住，使得切割机不能再用。从而，为了保持生产效率和生产成本，最初必须不形成距离 Δ 所示区域中的金属层或在形成之后必须除去。

因此，必须使距离 Δ 充分大于切割机形成的分离槽 S 的宽度。这是因为切割机的形状精度，切割机的位置精度，除去金属层的加工精度等是有限的。为了确保防止切割机的阻塞这是不可避免的。

切割机形成的分离槽 S 的宽度一般需要至少 30 μm 。设置在分离槽和外周负电极 5a 之间的间隙（距离）需要至少 5-10 μm 。因此，距离 Δ 需要至少 40-50 μm 。

然而，增加距离 Δ 会引起彼此相邻的左和右芯片的发光层 3 之间的距离 L 增加。从图 29 也可以明显地看出，距离 L 的增加确实导致从半导体晶片 20 可以获得的半导体芯片 21 的数量的减少。

此外，当分离槽 S 很深时，分离槽 S 的宽度往往不可避免地增加。相反，当分离槽 S 较窄时，如图 30B 所示在将晶片分离成芯片的步骤中在晶体成长基片 1 中往往出现裂纹 1d。

图 31 是用于说明相关技术的另一个例子的另一个半导体晶片的剖面图。允许激光束照射形成的分离槽的宽度约 10 μm 。尽管该宽度确实小于切割机形成的分离槽 S 的宽度（30 μm 或大于 30 μm ），但是当引入激光束照射步骤时还会出现沉积（污染）问题。

即使能够避免沉积问题，通过简单地用激光代替切割机作为形成分离槽的工具大大地降低距离 Δ 也是困难的。即，如果简单地用激光代替形成分离槽的工具切割机，所能够预料的作为降低距离 Δ 的效果的数值最多为约 20 μm （= 30 μm - 10 μm ）。

发明内容

本发明的目的是提供通过以高成品率和低成本容易地分离基片所获得的各个半导体元件，本发明的另一个目的是在分离后尽可能多地从元件的外周除去基片熔化的部分。

根据本发明的第一个方面，提供一种生产多个第 III 族氮化物化合物半导体元件的方法，所述方法通过单独分离形成在基片上的所述第 III 族

氮化物化合物半导体元件，所述方法包括如下步骤：除去分离线上的半导体层，以便（i）仅仅残留接近所述基片一侧的电极形成层或（ii）在所述分离线上不残留第 III 族氮化物化合物半导体层；形成保护膜，以便所述半导体层覆盖有所述保护膜并且所述保护膜能够通过后续处理除去；

5 用激光束沿所述分离线扫描所述基片，以便在所述基片的前部表面中形成分离槽；以及除去所述保护膜和所述激光束扫描产生的不必要的产物，其中通过所述激光束扫描沿所述分离线形成的所述分离槽用于将所述基片分离成各个第 III 族氮化物化合物半导体元件。

在本发明的第一方面的方法中，在电极形成蚀刻处理中可以进行半导体层除去步骤，电极形成蚀刻处理用于通过蚀刻暴露接近所述基片一侧的电极形成层的电极形成部分。此外，其中在半导体层除去步骤中，还可以通过切割除去所述分离线上的所述基片的电极形成层侧的部分。

在本发明的第一方面的方法中，在保护膜和不必要的产物除去步骤之后，在所述基片的后部表面中可以形成与所述分离槽相对应的后面槽。

15 此外，在保护膜和不必要的产物除去步骤之后，可以研磨所述基片的后部表面以便减小所述基片的厚度，从而通过仅仅使用在所述基片的所述前部表面中形成的所述分离槽能够将所述基片分离成各个第 III 族氮化物化合物半导体元件。再者，在保护膜和不必要的产物除去步骤之后，可以研磨所述基片的后部表面以便减小所述基片的厚度并且然后在所述基片的后部表面中可以形成与所述分离线相对应的后面槽。

由于除去在分离线上的第 III 族氮化物化合物半导体，从而仅仅残留接近所述基片一侧的电极形成层或在所述分离线上不残留第 III 族氮化物化合物半导体层，因此，能够防止必须分别与不同的电极接触的层由于通过激光扫描从第 III 族氮化物化合物半导体层中产生的熔化物或反应产物而短路。此外，由于形成了保护膜，因此，能够防止通过激光扫描从基片和第 III 族氮化物化合物半导体层中产生的熔化物或反应产物沉积在半导体元件上。特别是能够防止必须分别与极性不同的电极接触的层短路。以这种方式，能够形成具有恒定较小宽度的深分离槽，而不会使每一个第 III 族氮化物化合物半导体元件的电性能不良或失效。即，根据扫描速度和扫描时间的数值可以调节每一个分离槽的深度，从而，分离槽

25

30

能够容易地形成深分离槽，该深分离槽具有恒定的宽度，或能够容易地形成这种分离槽，其深度根据晶片的厚度和晶片的弯曲（warp）形成。此外，在形成深分离槽过程中，第 III 族氮化物化合物半导体层和基片不剥落。可以减少用于形成具有一定深度的分离槽所需要的消耗品刀片和纯水，因此，能够降低生产成本。目前，具有束直径 20 μm 或更小的激光可以得到。因此，假定形成的分离槽的深度恒定，通过激光扫描形成的每一个分离槽的宽度可以比通过切割形成每一个分离槽的宽度更小。例如，在发光元件中，相邻发光表面之间的间隔能够不大于 60 μm 。

当用于通过蚀刻暴露在接近基片的一侧的电极形成层的电极形成部分的电极形成蚀刻处理用于在形成分离槽之前除去分离线上的其他电极层时，加工步骤能够缩短，因为不必单独提供用于防止不同层由于激光扫描而短路的半导体层除去步骤。当进一步使用切割以便至少除去基片的电极形成层侧的部分时，基片的表面层能够根据设定的条件向下切割到所期望的深度。

当在基片的后部表面中形成与分离槽对应的后面槽时，分离表面能够确保沿分离线形成。当研磨基片的后部表面减小基片的厚度时，通过仅仅使用形成在基片的前部表面中的分离槽基片能够容易地分离成各个第 III 族氮化物化合物半导体元件。当这些方法组合以便在研磨基片的后部表面减小基片的厚度之后在基片的后部表面中形成与形成的分离槽对应的后面槽时，通过激光扫描在基片的前部表面中形成的分离槽能够较窄并且激光扫描的速度较高，以及基片能够更稳妥分离成各个第 III 族氮化物化合物半导体元件。

根据本发明的第二个方面，提供一种生产多个第 III 族氮化物化合物半导体发光元件的方法，所述方法通过单独分离形成在基片上的第 III 族氮化物化合物半导体元件，所述方法包括如下步骤，即通过激光束照射形成分离槽之后，对所述分离槽进行研磨或喷砂处理（a polishing or a blasting process）。这里“喷砂处理”表示用高压将细颗粒吹在被处理物体上的一种处理，以便研磨或磨光物体的表面。

在本发明的第二方面的方法中，在与其上形成第 III 族氮化物化合物半导体层和电极的所述基片的前部表面相对的所述基片的后部表面中可

以形成所述分离槽；及所述研磨或喷砂处理可以施加到所述后部表面上。此外，当使用所述喷砂处理时，在所述喷砂处理中使用的颗粒可以如此选择，即，所述颗粒直径的中值等于每一个分离槽的大约一半的宽度。再者，所述基片可以是蓝宝石基片。此外，当使用所述喷砂处理时，在
5 所述喷砂处理中使用的颗粒可以主要是氧化铝或碳化硅的。

本发明人已经确认，当如下适当选择用于研磨或喷砂处理的条件时，基片的再固化熔化物能够大部分除去，而不会损坏分离后的第 III 族氮化物化合物半导体发光元件的性能。即，当在激光束照射形成分离槽之后进行研磨或喷砂处理时，可以获得第 III 族氮化物化合物半导体发光元件，
10 分离后从发光元件上已经除去基片的不透明熔化物。此外，由于在使用切片机或划线器所需要的昂贵的消耗品（切割工具）能够减少，因此能够减少生产成本。

当通过激光束照射形成分离槽和研磨或喷砂处理不施加到形成元件的前部表面侧而是施加到后部表面侧时，能够抑制对用于形成元件的第 III
15 族氮化物化合物半导体层的影响。根据这种方法，在后部表面中能够形成非常深的槽，以便能够基于分离槽将晶片分离，其中分离槽实质上仅仅由激光束照射形成而没有使用切片机或划线器。此外，通过研磨或喷砂处理切削基片的后部表面，以便具有大体等于喷砂颗粒的尺寸的不平表面（bump）形成在基片的后部表面上。从每一个元件发射的光能够由
20 芯片的底部中的不平表面不规则地反射，从而，能够提高元件的光发出效率。

通过激光束照射形成的分离槽中的每一个具有固化的熔化物，该固化的熔化物的尺寸大体等于分离槽的尺寸。因此必须选择用于喷砂处理中的颗粒的尺寸，以便吹动颗粒除去该尺寸的熔化物。因此，用于喷砂
25 处理的颗粒如此优选，即颗粒直径的中值等于大约每一个分离槽宽度的一半。当蓝宝石基片用作基片时，可以获得第 III 族氮化物化合物半导体发光元件，当每一个元件应用到倒装芯片型发光元件时提高了从后部表面地光发出效率。优选方式是，颗粒可以是化合物，该化合物没有任何其它不期望的影响，即颗粒可以主要是氧化铝或碳化硅的。

30 根据本发明的第三方面，提供一种生产多个第 III 族氮化物化合物半

导体元件的方法，所述方法通过单独分离形成在基片上的所述第 III 族氮化物化合物半导体元件，所述方法包括如下步骤：除去分离线上的第 III 族氮化物化合物半导体层，以便 (i) 在所述分离线上仅仅残留接近所述基片一侧的电极形成层或 (ii) 在所述分离线上没有第 III 族氮化物化合物半导体层；用激光束沿所述分离线扫描所述基片，以便形成断续线状分离槽或点线状分离槽，其中使用通过激光束扫描沿所述分离线形成的所述断续线状分离槽或点线状分离槽，以便将所述基片分离成各个第 III 族氮化物化合物半导体元件。

在本发明的第二方面中，可以通过电极形成蚀刻处理进行半导体层除去步骤，电极形成蚀刻处理用于通过蚀刻暴露所述电极形成层的电极形成部分。此外，在半导体层除去步骤中，还可以通过切割除去所述分离线上的所述基片的元件形成表面的一部分。

本发明的第二方面的方法还可以包括如下步骤：在激光束扫描步骤之前形成保护膜以便形成在所述基片的前部表面侧上的层覆盖有所述保护膜并且所述保护膜能够通过后续处理除去；及在激光束扫描步骤之后除去所述保护膜和激光束扫描产生的不必要的产物。

在本发明的第二方面方法中，在所述分离槽用于将所述基片分离成元件之前，可以在所述基片的后部表面中形成与所述分离线相对应的后面槽。此外，在所述分离槽用于将所述基片分离成元件之前，可以研磨所述基片的后部表面以便减小所述基片的厚度，从而所述基片能够仅仅通过形成在所述基片的前部表面中的所述分离槽分离成各个第 III 族氮化物化合物半导体元件。再者，在所述分离槽用于将所述基片分离成元件之前，可以研磨所述基片的后部表面以便减小所述基片的厚度并且然后在所述基片的后部表面中形成与所述分离线相对应的后面槽。

由于通过激光扫描形成的分离槽中的每一个形状像断续线或点线，因此能够降低激光束照射形成的熔化部分所占据面积的百分比。结果，在发光元件的生产中，与通过激光束扫描形成连续分离槽的情况相比，降低了沉积在每一个元件的侧面上的熔化物的面积与侧面的总面积的比值。因此，能够提高光发出效率。在这种情况下，每一个分离线上的相邻分离槽之间的基片的部分的厚度保留原来的情况。因此，能够保持晶

片整体上的刚度，从而，能够保持晶片的容易处理特性。因此，容易加深分离槽，以便使得将晶片分离成各个元件的容易处理特性与晶片得容易处理特性一致。此外，能够除去分离线上的第 III 族氮化物化合物半导体层以至仅仅分离线上残留接近所述基片一侧的电极形成层或在所述分离线上不残留第 III 族氮化物化合物半导体层，因此，能够防止必须分别与不同的电极接触的层由于激光扫描从 III 族氮化物化合物半导体层的熔化物或反应产物而短路。

当用于通过蚀刻暴露接近基片的电极形成层的电极形成部分的电极形成蚀刻处理在形成分离槽之前进行以便除去分离线上的其他电极层时，加工步骤能够缩短，因为特别不需要提供用于防止不同层由于激光扫描产生的熔化物而短路的半导体层除去步骤。当还由切割除去分离线上的基片的电极形成表面的至少一部分时，基片的前部表面层能够向下切割到根据条件的设定所期望的深度。

当形成保护膜时，能够防止由于激光扫描从基片和第 III 族氮化物化合物半导体层中产生的熔化物或反应产物沉积在半导体元件上。特别是能够防止必须分别与极性不同的电极接触的层短路。以这种方式，能够形成具有恒定较小宽度的深分离槽，而不会使每一个第 III 族氮化物化合物半导体元件的电性能不良或失效。即，根据扫描速度和扫描时间的数值可以调节每一个分离槽的深度，从而，分离槽能够容易地形成为深分离槽，该深分离槽具有恒定的宽度，或能够容易地形成为这种分离槽，其深度根据晶片的厚度和晶片的弯曲（warp）形成。此外，在形成深分离槽过程中，第 III 族氮化物化合物半导体层和基片不剥落。可以减少用于形成具有一定深度的分离槽所需要的消耗品刀片和纯水，因此，能够降低生产成本。目前，具有束直径 20 μm 或更小的激光可以得到。因此，假定分离槽的深度恒定，通过激光扫描形成的每一个分离槽的宽度可以比通过切割形成每一个分离槽的宽度更小。例如，在发光元件中，相邻发光表面之间的间隔能够不大于 60 μm 。

当在基片的后部表面中形成与分离线对应的后面槽时，分离表面能够确保沿分离线形成。当研磨基片的后部表面减小基片的厚度时，通过仅仅使用形成在基片的前部表面中的分离槽基片能够容易地分离成各个

第 III 族氮化物化合物半导体元件。当这些方法组合以便在研磨基片的后部表面减小基片的厚度之后在基片的后部表面中形成与分离线对应的后面槽时，通过激光扫描在基片的前部表面中形成的分离槽能够较窄并且激光扫描的速度较高，以及基片能够更稳妥分离成各个第 III 族氮化物化合物半导体元件。

根据本发明的第四方面，提供一种生产多个半导体发光元件的方法，所述方法通过从半导体晶片获取所述多个发光元件，所述半导体晶片通过在晶体生长基片上层叠多个氮化物化合物半导体层形成，所述方法包括如下步骤：即在形成在所述半导体晶片上的并且用作所述半导体发光元件中的每一个的负电极的金属层上进行激光束照射，由此形成连续线状分离槽，点线状分离槽，断续线状分离槽或十字形分离槽，所述分离槽用于将所述半导体晶片分离成所述多个半导体发光元件。

根据这种方法，半导体芯片中的每一个的性能等于或大于现有技术中获得的半导体芯片的性能，并且从具有预定面积的一个半导体芯片能够获取的半导体芯片的数目能够大于相关技术中获取的数目。

图 18 是根据本发明的半导体晶片 10 的俯视图。图 19A 和 19B 是描述半导体晶片 10 的部分的剖面图。标号 50 表示通过汽相淀积在 n 层 2 (n 型层) 的暴露的表面上形成的金属层。标记 L 表示上述的半导体晶片 10 上相邻半导体芯片的发光层之间的距离。

例如，当以上述方式在距离 Δ 的区域上直接并且均匀形成金属层 50 的条件下激光束施加在金属层 50 上时，距离 Δ 能够大约减小到允许激光束照射形成的分离槽 S 的宽度 (约 $10\ \mu\text{m}$) 的数值。因此，从上述分析和式 (1) 可以清楚地看出，根据该方法分离槽 S 减小效果，图 29 中的距离 L 能够减小至少约 $30\ \mu\text{m}$ 至 $40\ \mu\text{m}$ 的数值，如图 18, 19A 和 19B 所示。

此外，根据该方法，能够增强金属层 (n 电极) 50 和半导体层 (n 层 2) 之间的连接强度，因为在金属层 50 和半导体层之间的连接部分形成了由于激光束照射产生的熔化层或退火部分。从而，能够获得次要的效果，即能够提高每一个半导体发光元件的耐久性和寿命。

此外，当如图 19A 和 19B 中所示由金属层 50 形成外周负电极 5a 时，

不用担心围绕发光层 3 会形成熔化层，因为金属层 50 阻隔了熔化层。因此，不用担心从发光层 3 发出的光会被吸收到发光层 3 侧的熔化层。

根据第四个方面的方法还可以包括如下步骤：即在分离之前在所述半导体发光元件中的每一个的大约整个外周上层叠所述金属层，以便所述金属层环绕在所述半导体发光元件中的每一个的所述大约整个外周上；及在所述激光束照射步骤中，所述分离槽如此形成，即所述分离槽中的每一个环绕在所述半导体发光元件中的每一个的所述大约整个外周上。

以这种方式，遍及每一个半导体芯片的周围消除了这种担心，即从发光层 3 发出的光会被吸收到发光层 3 侧的熔化层。这种方法尤其对具有外周电极的发光元件有效。在这种情况下，遍及每个芯片的周围能够获得降低芯片宽度的效果和增强金属层（n 电极）和半导体层之间的连接强度的次要效果。

根据第四个方面的方法还可以包括如下步骤：在所述激光束照射步骤之前形成保护膜，所述保护膜用于覆盖所述半导体晶片的前部表面；及在所述激光束照射步骤之后除去所述保护膜。

根据该方法，能够防止污染物沉积在半导体晶片的前部表面上。因此，能够保持从每一个半导体芯片的上部表面的光传输效率（transmission efficiency of light）等于由切割器分离半导体晶片获得的每一个半导体晶片的光传输效率。

根据第四个方面的方法还可以包括如下步骤：即研磨所述晶体生长基片的后部表面，以便使所述晶体生长基片变薄。

当提供该步骤时，即使在分离槽相对较浅的情况下也能够不费力并且整齐地沿芯片之间的分离槽将晶片分离成芯片。此外，能够防止基片裂纹。

此外，当基片制造得较薄，能够提高输出光对基片的传输效率。因此，无论形成的发光元件是倒装芯片型发光元件或在基片底部上具有反射层的引线接合型发光元件都能提高外量子效率。

根据第四个方面的方法还可以包括如下步骤：即从所述晶体生长基片的后部表面在所述晶体生长基片中形成分离线，以便所述分离线分别

面对所述分离槽。

当提供该步骤时，即使在分离槽相对较浅的情况下也能够不费力并且整齐地沿芯片之间的分离槽将晶片分离成芯片。此外，能够防止基片裂纹。

- 5 此外，提供一种半导体发光元件，所述半导体发光元件从半导体晶片获取，所述半导体晶片通过在晶体生长基片上层叠多个氮化物化合物半导体层形成，其中所述半导体发光元件通过第四方面的方法和相关的方法生产。

- 10 根据这种装置，能够增强形成电极的金属层和半导体层之间的连接强度，因为在金属层和化合物半导体层之间的连接部分形成了用于补充/加强在金属层和化合物半导体层之间的连接强度的熔化层或退火部分（例如，图 27 中的热影响部分）。从而，能够提高每一个半导体发光元件的耐久性。

- 15 引线接合型半导体发光元件中可以设有围壁形状（enclosure shape）的外周负电极，用于至少部分地将发光部分与外部封闭。

- 以这种方式，遍及每一个半导体芯片的周围消除了这种担心，即从发光层 3 发出的光会被吸收到发光层 3 侧的熔化层。这种方法尤其对具有外周电极的发光元件有效。在这种情况下，遍及每个芯片的周围能够获得降低芯片宽度的效果和增强金属层（n 电极）和半导体层之间的连接
20 强度的次要效果。

设有半透明基片并且由上述方法形成的倒装芯片型半导体发光元件中可以设有围壁形状的外周负电极，用于至少部分地将发光部分与外部封闭。

- 25 以这种方式，遍及每一个半导体芯片的周围消除了这种担心，即从发光层 3 发出的光会被吸收到发光层 3 侧的熔化层。这种方法尤其对具有外周电极的发光元件有效。在这种情况下，遍及每个芯片的周围能够获得降低芯片宽度的效果和增强金属层（n 电极）和半导体层之间的连接强度的次要效果。

- 30 此外，在设有半透明基片的倒装芯片型半导体发光元件中，如后面在第七个实施例中所述，一些情况下能够保持足够的外量子效率，而不

必新设置保护膜形成步骤和保护膜除去步骤。

根据第七或第八装置，可以形成所述外周负电极，使其高度至少等于所述发光层的至少一个侧壁的一侧的发光层的高度。

根据这种结构，从发光层侧壁输出的光的一部分可以被有效反射，
5 例如，如图 22 所示，从而，可以提高外量子效率。

根据本发明的第十装置，如在第九装置中的所述外周负电极的至少一部分通过电绝缘膜形成在所述侧壁上。

可以减小从发光层 3 的侧壁到外周负电极 5a 的光反射表面的距离 L_1 ，例如图 30A 所示，同时保持或确保金属层与诸如设置在侧面的发光
10 层 3 的其它半导体层的电绝缘。

此外，在图 23A 和 23B 所示地倒装芯片型半导体芯片（第七个实施例）的情况下，为了提高反射效率当也用作反射层的外周负电极（230）形成在较宽范围时电绝缘薄膜可以非常有用。

此外，半导体发光元件可以是表面发光型 LD 或可以是端面发光型
15 LD。在本发明的第八个实施例中具体描述与 LD 和 LD 的作用和效果相关的实施例。此外，尽管上述说明指明使用第 III 族氮化物化合物的半导体发光元件，但是本发明还能够用于生产除了第 III 族氮化物化合物半导体发光元件之外的一般半导体元件。

如上所述，通过本发明能够有效或合理地解决问题。

20

附图说明

附图中：

图 1A 至 1G 是用于说明本发明第一个实施例的步骤图（截面图）；

图 2A 至 2F 是用于说明本发明第二个实施例的步骤图（截面图）；

25 图 3A 至 3F 是用于说明本发明第三个实施例的步骤图（截面图）；

图 4A 至 4G 是用于说明本发明具体例子的步骤图（截面图）；

图 5A 是描述第 III 族氮化物化合物半导体元件的元件形成侧的透视图；图 5B 是描述根据相关技术的第 III 族氮化物化合物半导体元件的后表面侧的透视图；图 5C 是描述根据相关技术的第 III 族氮化物化合物半
30 导体元件的剖面图；图 5D 是描述根据本发明的第 III 族氮化物化合物半

导体元件的后表面侧的透视图；及图 5E 是描述根据本发明的第 III 族氮化物化合物半导体元件的剖面图；

图 6A 至 6C 是描述根据本发明具体实施例的用于生产第 III 族氮化物化合物半导体元件的方法的步骤图；图 6D 是描述分离沟槽形成的视图；及图 6E 和 6F 是描述研磨或喷砂处理的详细说明图；

图 7A 和 7B 是在根据本发明的喷砂处理之前残留激光熔化物的状态下的晶片的显微照片；

图 8 是由于不充分进行喷砂处理而残留激光熔化物的状态下的晶片的显微照片；

图 9 是由于不充分进行喷砂处理而残留激光熔化物的状态下的另一个晶片的显微照片；

图 10A 和 10B 是在根据本发明的喷砂处理几乎除去所有激光熔化物的状态下的晶片的显微照片；

图 11A 是用于说明本发明的实施例的典型视图，11B 和 11C 是描述分离槽截面的其它例子的典型视图；及图 11D 和图 11E 是描述断续线状分离槽 L 的形成的例子的典型视图；

图 12A 是通过分离图 11D 中描述的晶片所获得的 LED 元件中的一个的透视图，及图 12B 是通过分离图 11E 中描述的晶片所获得的 LED 元件中的一个的透视图；

图 13A 是基于激光束照射形成的“完全切割”分离槽通过分离所获得的 LED 的透视图，及图 13B 是基于激光束照射形成的“半切割”分离槽通过分离所获得的 LED 的透视图；

图 14A 至 14D 是用于说明本发明具体实施例的步骤图（截面图）；

图 15A 和 15B 是描述实施例的激光扫描后的照片；

图 16A 和 16B 是描述实施例的滚轮切断（roller-breaking）后的照片；

图 17A 和 17B 是实施例中的每一个 LED 元件的外周部分的照片；

图 18 是根据本发明第六个实施例的半导体晶片 10 的俯视图；

图 19A 和 19B 是描述半导体晶片 10 的部分的剖面图；

图 20 是从半导体晶片 10 获取的半导体芯片 11 中的一个的俯视图；

图 21A 至 21C 是描述用于获取半导体芯片 11 的过程的视图；

图 22 是用于说明每一个半导体芯片 11 的有用性的部分剖面图;

图 23A 是根据本发明第七个实施例的半导体芯片 200 的剖面图, 及图 23B 是半导体芯片 200 的俯视图;

图 24 是根据本发明第八个实施例的半导体芯片 100 的透视图;

5 图 25A (或 25B) 是描述用于分离具有多个半导体芯片 100' (或 100) 的半导体晶片的方法的部分俯视图;

图 26A 和 26B 是用于说明在半导体晶片上所应用的激光束的一般功能的说明图;

10 图 27A 至 27C 是用于说明在半导体晶片上所应用的激光束的一般功能的说明图;

图 28 是根据相关技术的半导体芯片 21 的俯视图;

图 29 是具有多个半导体芯片 21 的相关技术的半导体晶片 20 在分离前的俯视图;

图 30A 和 30B 是描述半导体晶片 20 的部分的剖视图; 及

15 图 31 是用于说明相关技术的另一个例子的另一个半导体晶片的剖视图。

具体实施方式

20 下面参照附图描述本发明的优选实施例。顺便说一下, 本发明不限于下面的实施例和例子的说明。尽管提供了具体实施例, 但是本发明能够用于生产半导体元件的一般方法, 尤其是能够用于生产第 III 族氮化物化合物半导体元件的一般方法。

[第一个实施例]

25 图 1A 至 1G 是用于说明本发明第一个实施例的步骤图 (截面图)。在用于进行形成元件和形成电极的基片 1s 上形成多个第 III 族氮化物化合物半导体层。尽管在图 1A 至 1G 中的每一个中分别示出了两个第 III 族氮化物化合物半导体层 2n 和 3p, 但两个层 2n 和 3p 表示不得短路的层, 并不是表示仅仅设置两个第 III 族氮化物化合物半导体层。然后, 通过蚀刻或切片机 (dicer) 切割在每一个分离线上形成仅仅残留接近基片一侧的电极
30 形成层的状态 (图 1A)。即, 形成凹部 A。这里, 术语“分离线”

表示在用于将基片 1s 分离成各个第 III 族氮化物化合物半导体元件的理想分离表面（垂直于基片 1s 的表面）从基片 1s 的前部表面侧或后部表面侧观看的情况下的格子状框架形线。尽管图 1A 示出了仅仅残留接近基片侧的电极形成层 2n 的情况，但是，当然可以进行蚀刻或切片机切割直到基片 1s 露出或除去基片 1s 的前部表面的部分。然后，在整个前部表面上形成保护膜 4，用于防止激光照射熔化或反应和作用的基片 1s 的部分沉积在每一个元件上（图 1B）。任何薄膜可以用作保护膜 4，只要该薄膜通过后续的处理能够除去并且对每一个半导体元件的性能没有不良影响，以及在通过激光扫描形成分离槽 5 时薄膜没有受到激光束照射的部分不容易熔化。

然后，通过激光扫描在基片 1s 中形成分离槽 5（图 1C）。沿格式框架状分离线在基片 1s 的前部表面侧（元件形成侧）中象格子状框架一样形成分离槽 5。优选方式是，选择每一个分离槽 5 的深度不小于后面过程将研磨的薄壁化后的基片 1s 的厚度的大约 1/5。顺便提一下，当进行蚀刻或切片机切割直到除去基片 1s 的部分时，作为蚀刻或切割除去的基片 1s 的部分的厚度和激光扫描切割的深度的总和的每一个分离槽 5 的深度优选不小于后面过程将研磨的薄壁化后的基片 1s 的厚度的大约 1/5。然后，保护膜 4 与激光束照射产生的反应产物一起除去（图 1D）。

然后，研磨基片 1s 的后部表面，减小基片 1s 的厚度（图 1E）。然后，在基片 1s 的后部表面中形成后面槽 6，后面槽 6 位于与格式框架状分离线对应的位置（图 1F）。用于形成后面槽 6 的方法不同于形成分离槽 5 的方法。即，后面槽 6 可以通过划线器（scriber）等形成为浅槽。然后，通过滚轮切断（roller-breaking）等沿格式框架状分离线将基片分离成各个元件。在这种情况下，由于每一个分离槽 5 的深度不小于薄壁化后的基片 1s 厚度的大约 1/5，因此，分离面 7 能够确保形成沿格式框架状分离线分别将分离槽 5 与后面槽 6 相连接的表面。即，能够防止基片沿诸如倾斜方向的任何不期望的方向破裂（图 1G）。

[第二实施例]

图 2A 至 2F 是用于说明本发明第二个实施例的步骤图（截面图）。以

与图 1A 至 1G 中所示的第一实施例相同的方式，通过蚀刻或切片机（dicer）切割在分离线上形成仅仅残留接近基片一侧的电极形成层的状态（图 2A）。在这种情况下，当然可以进行蚀刻或切片机切割直到基片 1s 露出或除去基片 1s 的前部表面的部分。然后，在整个前部表面上形成保护膜 4，保护膜 4 通过后续的处理能够除去（图 2B）。然后，在该实施例中，沿格式框架状分离线在基片 1s 的前部表面侧（元件形成侧）中象格式框架一样形成第一槽 5d，第一槽 5d 的深度不小于基片 1s 的厚度的大约 1/5（图 2C）。然后，保护膜 4 与激光束照射产生的反应产物一起除去（图 2D）。

然后，在基片 1s 的后部表面中形成后面槽 6，后面槽 6 与格式框架状分离线对应（图 2E）。作为用于形成后面槽 6 的方法，以与第一个实施例相同的方式可以通过划线器等形成浅槽。然后，通过滚轮切断等沿格式框架状分离线将基片分离成各个元件。由于每一个分离槽 5d 的深度不小于基片 1s 厚度的大约 1/5，因此，分离面 7 能够确保形成沿格式框架状分离线分别将分离槽 5d 与后面槽 6 相连接的表面（图 2F）。

[第三实施例]

图 3A 至 3F 是用于说明本发明第三个实施例的步骤图（截面图）。以与图 2A 至 2F 中所示的第二实施例相同的方式，通过蚀刻或切片机切割在分离线上形成仅仅残留接近基片一侧的电极形成层的状态（图 3A）。在这种情况下，当然可以进行蚀刻或切片机切割直到基片 1s 露出或除去基片 1s 的前部表面的部分。然后，在整个前部表面上形成保护膜 4，保护膜 4 通过后续的处理能够除去（图 3B）。然后，沿格式框架状分离线在基片 1s 的前部表面侧（元件形成侧）中象格式框架一样形成第一槽 5d，第一槽 5d 的深度不小于后面过程将研磨的薄壁化后的基片 1s 的厚度（图 3C）。然后，保护膜 4 与激光束照射产生的反应产物一起除去（图 3D）。

然后，在基片 1s 的整个前部表面上粘上压敏粘合纸（pressure-sensitive adhesive sheet）8。基片 1s 上下倒置后，研磨基片 1s 的后部表面，以便减小基片 1s 的厚度（图 3E）。当基片 1s 的厚度减小，直到每一个分离槽 5 穿过基片 1s，通过分离槽 5 沿格式框架状分离线能够稳妥地将基片分

离成各个元件。(图 3F)。

[例子]

图 4A 至 4G 是用于说明本发明具体例子的步骤图(截面图),用于
5 评估由于破裂和碎裂的成品率和每一个元件的特性。第 III 族氮化物化合物半导体层层叠在大约 300 μm 厚的蓝宝石基片 1 上,以便形成大约 3000 p-n 双杂结(double hetero-junction)结构的蓝色 LED 元件。为了简化,元件部分的层叠结构图中示为一个层 2。除了电极之外第 III 族氮化物化合物半导体层的总厚度为大约 5 μm 。最大深度为 10 μm 并且宽度大约 30
10 μm 的第一槽部分 A 沿分离线由金刚石刀片切片机形成,分离线的形状像格式框架,框架具有分别标志蓝色 LED 元件的单元。在这种情况下,在每一个槽部分 A 的最深部分 B 中,切进蓝宝石基片 1 大约 5 μm 。

然后,将透明树脂 4 涂敷在整个元件形成表面上并且使其硬化。接着,使用钇铝石榴石 YAG 激光的第三次谐波(波长: 355 nm),沿分离
15 线以大约 20 μm 的束直径的激光束进行照射,由此形成比第一槽部分 A 深 10 μm 的第二槽部分 C。以这种方式,通过切进蓝宝石基片 1 大约 15 μm 获得的分离槽 5 由第一槽部分 A 和第二槽部分 C 形成。然后,研磨基片 1 的后部表面,将基片 1 的厚度减小到 100 μm 。然后,由划线器在蓝宝石基片 1 的后部表面 1 中形成后面槽 6。然后,通过滚轮切断将蓝宝石基
20 片分离成各个蓝色 LED 元件。在这种情况下,由蓝宝石基片 1 的分离所引起的形状缺陷产品(所谓的破裂或碎裂元件)的数目不大于 10 个。每一个发光元件的元件特性与不使用激光获取的每一个蓝色 LED 元件的特性几乎相同。

25 [比较例子 1]

除了不使用激光切割基片的前部表面并且研磨后部表面和在后部表面上划线之外,以与上述例子相同的方式将基片分离成元件。在这种情况下,形状缺陷产品(所谓的破裂或碎裂元件)的数目不小于 100 个。

30 [比较例子 2]

除了不使用切割仅仅通过激光束照射在基片的前部表面中形成分离槽之外，以与上述例子相同的方式将基片分离成元件。在这种情况下，形状缺陷产品（所谓的破裂或碎裂元件）的数目较少，令人满意。然而，无论如何都发生大量元件特性不良，因为 p 电极侧层和 n 电极侧层短路。

5 当使用束直径约 15 μm 的钕铝石榴石 YAG 激光的基波（波长：1064 nm）时也获得同样的效果。

[第四个实施例]

图 5A 至 5E 是描述本发明概要的说明图。图 5A 是描述第 III 族氮化物化合物半导体发光元件的透视图。在元件的外周侧表面中，部分 LC 是激光束照射形成的每一个分离槽的侧面，部分 Br 是由分离槽产生的裂纹形成的基片分离面。

10

第 III 族氮化物化合物半导体发光元件在基片的前部表面上形成并且通过激光束照射在基片的后部表面中形成分离槽，当该第 III 族氮化物化合物半导体发光元件通过滚轮切断简单分离时，激光束照射产生的基片的再固化的熔化物 M 沉积在分离槽的侧面上，同时蒸发（升华）再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab 沉积在基片的整个后部表面上，如图 5B 所示，因此，如剖面图图 5C 中所示，分离槽的整个侧面和基片的整个后部表面覆盖有再固化的熔化物 M 和 Ab。通常，由于这些再固化的熔化物 M 和 Ab 是非晶体的（amorphous），因此它们不透明。从而，这些再固化的熔化物 M 和 Ab 使得第 III 族氮化物化合物半导体发光元件的光发出效率（light-extracting efficiency）恶化。从而，在本发明中，在研磨或喷砂处理之后进行滚轮切断。因此，如图 5D 和 5E（透视图和剖面图）中所示，几乎除去了再固化的熔化物 M 以便能够露出分离槽的侧面 LS，同时去除蒸发的（升华）再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab，从而基片的后部表面能够暴露为不平的表面 BS。以这种方式，在外周部分和后部表面很少覆盖有不透明的再固化的熔化物 M 和蒸发（升华）再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab 的条件下，容易地形成具有不平的后部表面的第 III 族氮化物化合物半导体发光元件。

15

20

25

下面参照图 6A 至 6F 描述本发明的实施例。图 6A 至 6C 是描述本发

30

明实施例的步骤图。在基片 11 上形成诸如第 III 族氮化物化合物半导体层和电极层的必要层。在图 6A 至 6C 中, 为了简单起见一个第 III 族氮化物化合物半导体层 12 代表必要层。然后, 在形成第 III 族氮化物化合物半导体层 12 的一侧粘上压敏粘合纸 13。上下倒置如此形成的晶片, 基片 11 的后部表面朝上 (图 6A)。然后, 遇必要时, 可以研磨基片, 使其变薄。

然后, 通过激光束照射在晶片的后部表面中形成格子状分离槽。例如, 分离槽的形状像图 6D 中所示的格子一样。如图 6B 所示, 以这种方式, 在分离槽填满再固化熔化物 M 的情况下形成分离槽。然后, 进行研磨或喷沙处理, 以便从分离槽中除去再固化的熔化物。由此, 如图 6C 所示, 暴露出分离槽的侧面 LS。然后, 通过滚轮切断等从每一个分离槽产生裂纹 BL, 由此将晶片分离成各个各个第 III 族氮化物化合物半导体发光元件。

图 6E 是描述每一个分离槽研磨或喷砂处理之前的状态的详细图。6F 是描述每一个分离槽研磨或喷砂处理之后的状态的详细图。图 6E 是研磨或喷砂处理前图 6B 中描述的部分 A 的放大图。再固化熔化物 M 沉积在分离槽的侧面上, 同时蒸发 (升华) 再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab 均匀地沉积在基片 11 的后部表面上。现在假定通过研磨或喷砂处理从分离槽的侧面除去了再固化熔化物 M。在研磨处理的情况下, 当然是除去基片的整个后部表面。在喷砂处理的情况下, 由于喷砂嘴口的尺寸大于每一个分离槽的宽度, 因此, 喷砂颗粒也敲打基片 11 的后部表面。结果, 不仅喷砂颗粒除去了蒸发 (升华) 再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab, 而且除去了基片 11 的后部表面的部分。以这种方式, 图 6E 中所示的区域 Z 受到研磨或喷砂。由此, 如图 6F 中所示, 当研磨或喷砂进行到暴露出分离槽的侧面 LS 时, 基片的后部表面能够暴露为不平的表面 BS。

尽管根据使用蓝宝石基片的情况描述下面的例子, 但是, 本发明中所使用的基片不限于蓝宝石基片。用于本发明的基片的例子包括: 无机晶体基片, 诸如蓝宝石, 硅 (Si), 碳化硅 (SiC), 尖晶石 (MgAl_2O_4), ZnO, MgO 等; 第 III 族—第 V 族化合物半导体, 诸如磷化镓和砷化镓;

以及第 III 族氮化物化合物半导体, 诸如氮化镓 (GaN) 等。在下面的例子中, 将不特别描述用于形成第 III 族氮化物化合物半导体层的方法。尽管有机金属化学气相淀积 (MOCVD) 或有机金属汽相外延 (MOVPE) 法优选用作形成方法, 但是, 可以使用分子束外延法 (MBE), 卤化物汽相外延法 (Halide VPE), 液相外延法 (LPE) 等。各个层可以由不同的外延法形成。例如, 当第 III 族氮化物化合物半导体层叠在蓝宝石基片上时, 优选形成缓冲层以便修正与蓝宝石基片的晶格失配, 由此形成具有良好结晶性的第 III 族氮化物化合物半导体。尽管为了清楚起见在每一个附图中没有示出电极等的形成而是仅仅示出了重要的部分, 但是, 不用说, 根据发光元件的设计能够随意选择电极的形成和各个部分的形状。

[例子和比较例子]

第 III 族氮化物化合物半导体层 12 层叠在大约 300 μm 厚的蓝宝石基片 11 上, 以便形成大约 3000 p-n 双杂结 (double hetero-junction) 结构的蓝色 LED 元件。压敏粘合纸粘贴在晶片的元件形成表面侧。机械地研磨晶片的后部表面, 以便将晶片的厚度减小到数值为 90 μm 至 150 μm 。然后, 使用钇铝石榴石 YAG 激光的第三次谐波 (波长: 355 nm), 沿分离线以大约 10 μm 的束直径的激光束照射在晶片的后部表面上。以这种方式, 在晶片的后部表面中形成宽度为 10 μm 至 15 μm 而深度为 50 μm 至 90 μm 的分离槽。

然后, 使用 2000 网目的氧化铝颗粒 (颗粒中值粒径: 7 μm) 进行喷砂处理, 其中在 0.35 MPa 喷砂嘴压力下沿每一个分离槽进行十次喷砂处理。喷砂处理后, 洗净晶片的后部表面, 使其干燥, 然后通过滚轮切断分离。与利用切片机或划线器而不使用激光的相关技术的分离方法获得的元件相比, 由此获得的蓝色 LED 元件改进了光发出 (light extracting) 特性。蓝色 LED 元件的其它元件性能大体等于相关技术分离法获得的元件的性能。根据本发明的分离方法由于破裂或碎裂的成品率与利用切片机或划线器的相关技术分离法相比也得到了改进。

图 7A 和 7B, 图 8 和 9, 以及图 10A 和 10B 是本发明的实施结果的显微照片。图 7A 和 7B 是在例子中由激光束照射形成分离槽的情况下喷砂处理之前晶片的后部表面的显微照片。图 7A 和 7B 分别示出了晶片的

不同位置。如图 7A 的右侧所示，十字形黑色带状部分表示分离槽 L。在每一个分离槽 L 的内部中观察到窄带状再固化的熔化物 M。此外，围绕每一个分离槽 L 观察到包含特别多的蒸发（升华）再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab 的部分。蒸发（升华）再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab 沉积在除了分离槽 L 之外的晶片的整个后部表面上。在图 7B 中，蒸发（升华）再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab 围绕分离槽 L 均匀地沉积，以至粒状的蒸发（升华）再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab 难以觉察。

图 8 和 9 是由于不充分进行喷砂处理而残留激光熔化物的情况下的晶片的显微照片。图 8 示出了在 0.25 Mpa 喷砂嘴压力下沿每一个分离槽 L 进行两次喷砂处理的情况下的晶片。图 9 示出了在 0.35 Mpa 喷砂嘴压力下沿每一个分离槽 L 进行两次喷砂处理的情况下的晶片。在图 8 和 9 中的每一个中，很明显，再固化的熔化物 M 残留在每一个分离槽 L 的内部。

图 10A 和 10B 是充分进行喷砂处理而几乎除去所有激光熔化物的情况下的晶片的显微照片。图 10A 和 10B 示出了在 0.35 Mpa 喷砂嘴压力下沿每一个分离槽 L 进行十次喷砂处理的情况。尽管观察到残余少量再固化的熔化物 M，但是几乎除去了所有的固化的熔化物 M。

尽管基于进行喷砂处理的情况描述了上述例子，但是，本发明也可以通过机械研磨实现。在这种情况下，研磨中使用的研磨粉的颗粒中值粒径优选等于每一个分离槽 L 的大约一半的宽度。通过机械研磨能够除去沉积在分离槽 L 的侧面 LS 上的不透明的再固化的熔化物 M。当然，通过机械研磨也能够除去沉积在基片后部表面上的蒸发（升华）再固化的熔化物或散落的再固化熔化物 Ab。

25

[第五个实施例]

图 11A 是描述通过激光扫描形成的具有断续线状分离槽 L 的基片 S 的截面的典型视图。以间隔 l_m 形成断续线状分离槽 L，每一个分离槽 L 长度为 l_L 。每一个断续线状分离槽 L 截面形状像梯形或四边形。当基片 S 以恒定的速度移动同时用激光束沿分离线在激光束照射时间与间断时间

30

的比值是 $l_L:l_{im}$ 的条件下扫描时, 形成这种断续线状分离槽 L。在图 11A 中, 从晶片侧观看, 即晶片停止的情况下, 激光相对于基片的扫描方向如箭头所示。在激光束照射的开始位置中, 熔化部分的深度较小, 因为还没有熔化的晶片的前部表面部分开始由激光束进行熔化。另一方面, 基于激光束照射条件(能量)与基片的移动速度和由于热传导产生的热量损失之间的平衡, 熔化部分的深度 d_L 接近一定的恒定值。以这种方式, 连续形成熔化部分, 熔化部分的深度取得大约恒定数值 d_L 。当最后停止激光束照射时, 在停止位置熔化部分的深度是 d_L 。以这种方式, 形成在每一分离面(包含分离线并且垂直于晶片表面的平面)具有梯形或四边形截面的激光熔化部分。从晶片表面侧观看激光熔化部分形成断续线状分离槽。此外, 每一分离槽 L 平行于激光束照射方向的截面不限于图 11A 中所示的梯形截面。例如, 每一分离槽 L 的截面可以是如图 11B 所示的长方形截面或可以是图 11C 中所示的锐角三角形截面。每一分离槽 L 的截面能够根据激光扫描条件的设定任意形成。

如上所述, 在比值 $l_L:l_{im}$ 从 1:6 至 3:4 的范围中的实施例, 元件的性能优良。尽管很明显当比值为在 1:6 至 3:4 的范围中时能够获得优良的性能, 但是可以设想当比值为在 1:8 至 1:1 的范围中时可以获得优良的结果。因此, 优选进行激光扫描的条件是比值为在 1:8 至 1:1 的范围中。假定晶片分离成矩形元件, 则优选每一元件的每一边分离槽的数目平均不小于 1。根据后面进行的加工处理的条件将每一个分离槽 L 的深度 d_L 确定为期望的数值。例如, 当晶片 S 的后部表面研磨以便将晶片 S 的厚度从晶片 S 的后部表面减小深度 d 由此形成后面槽 d_s 时, 如图 11A 所示, 每一分离槽 L 的深度 d_L 能够确定为非常小的数值。

图 11D 和图 11E 示出了断续线状分离槽形成的例子。在图 11D 和图 11E 中的每一个中, 虚线圆所围绕的部分简单表示 LED 元件。例如, 分离槽 L 可以如此设置, 即如图 11D 所示在围绕每一个 LED 元件的四条边的分离线中的每一个上形成两个分离槽。或者分离槽 L 可以如此设计, 即, 如图 11E 所示与每一个 LED 元件的四个角中的每一个一致的两条分离线之间交点附近形成彼此相交或垂直的两个分离槽。尽管图 11D 和 11E 中的每一个示出了进行了非常精确的对准的情况, 但是当然本发明包括

分离槽与每一个 LED 元件的关系不基于这种对准的情况。假定两个或两个以上的分离槽“大致”形成在与每一个 LED 元件的四条边对应的每一个分离线上，则如果分离槽在分离线上能够进行对准。

图 12A 是图 11D 中描述的 LED 元件分离后的一个透视图，及图 12B 是图 11E 中描述的 LED 元件分离后的一个透视图。在图 12A 和 12B 中的每一个中，很明显，形成在一个 LED 元件外周上的熔化部分 M 所占据的区域充分小于外周的总面积。当图 12A 和 12B 与图 13A 和 13B 比较时这一事实更加明显。例如，当如图 13A 所示形成所谓的“全切”激光分离槽时，在每一个 LED 元件的全部外周上形成熔化的部分 M。例如，当如图 13B 所示形成所谓的“半切”激光分离槽时，在每一个 LED 元件的外周上形成具有预定宽度的连续的熔化的部分 M。在这种情况下，假定不使用激光的相关技术分离法获得的 LED 元件的发光效率为 1，图 13A 和 13B 中的每一个获得的 LED 元件的发光效率降低到 0.9 至 0.95 的数值。很明显，熔化部分 M 降低了发光效率。

图 14A 至 14D 是用于说明本发明具体实施例的步骤图（截面图）。第 III 族氮化物化合物半导体层 102 层叠在大约 300 μm 厚的蓝宝石基片 1 上，以便形成大约 3000 p-n 双杂结结构的蓝色 LED 元件。为了简化，元件部分的层叠结构图中示为一个层 102。除了电极之外第 III 族氮化物化合物半导体层的总厚度为大约 5 μm 。首先，最大深度为 10 μm 并且宽度大约 30 μm 的槽部分由金刚石刀片切片机沿分离线形成，分离线的形状像格式框架，框架具有分别标志蓝色 LED 元件的单元。在这种情况下，在每一个槽部分的最深部分中，切进蓝宝石基片 101 大约 5 μm 。此外，尽管在图 14A 至 14D 中的每一个中示出了槽部分的截面，但是，在图 14A 至 14D 中的每一个中没有示出槽部分自身。

然后，将透明树脂 104 涂敷在整个元件形成表面上并且使其硬化（图 14A）。接着，使用钇铝石榴石 YAG 激光的第三次谐波（波长：355 nm），沿分离线以大约 20 μm 的束直径的激光束进行照射，由此形成比槽部分深数值 50 μm 至 80 μm 的断续线状分离槽 L（图 14B）。然后，研磨蓝宝石基片 101 的后部表面 11，将蓝宝石基片 101 的厚度减小，其结果是获得厚度为 100 μm 的薄壁化后的晶片 110（图 14C）。然后，由划线器在薄

壁化后的晶片 110 的后部表面中形成后面槽 d_2 (图 14D)。然后, 除去透明树脂 104 并且通过滚轮切断将蓝宝石基片分离成各个蓝色 LED 元件。作为一个例子, 当每一个 LED 元件的一边是 $350\ \mu\text{m}$ 长时, 每一个断续线状分离槽 L 的长度 l_L 和相邻的断续线状分离槽 L 之间的间隔 l_{im} 分别选择为 $25\ \mu\text{m}$ 和 $150\ \mu\text{m}$ 。作为另一个例子, 当每一个 LED 元件的一边是 $350\ \mu\text{m}$ 长时, 长度 l_L 和间隔 l_{im} 分别选择为 $50\ \mu\text{m}$ 和 $125\ \mu\text{m}$ 。作为又一个例子, 当每一个 LED 元件的一边是 $350\ \mu\text{m}$ 长时, 长度 l_L 和间隔 l_{im} 分别选择为 $75\ \mu\text{m}$ 和 $100\ \mu\text{m}$ 。在每一个例子中, 由分离时破裂和碎裂所引起的缺陷产品数目不大于 10 个。假定不使用激光分离获得的每一个蓝色 LED 元件的发光效率为 1, 在该实施例中每一个元件的发光效率不低于 0.95。在该实施例中, 不存在由于激光熔化物质导致的发光效率的恶化。以这种方式, 当根据本发明形成断续线状分离槽或点线状分离槽时, 能够形成熔化部分的区域较小的第 III 族氮化物化合物半导体元件。因此, 在每一个发光元件中, 能够抑制发光效率的降低。

这里示出了用于生产根据本实施例的 LED 的过程中的照片。图 15A 和 15B 是激光扫描形成分离槽后的照片。图 16A 和 16B 是通过滚轮切断将基片分离成各个 LED 元件后的照片。图 17A 和 17B 是每一个 LED 元件的外周部分的照片。图 16A, 图 17A 和 18A 示出了每一个分离槽的长度 l_L 和相邻的分离槽之间的间隔 l_{im} 分别选择为 $25\ \mu\text{m}$ 和 $150\ \mu\text{m}$ 的情况。图 16B, 图 17B 和 18B 示出了长度 l_L 和间隔 l_{im} 分别选择为 $75\ \mu\text{m}$ 和 $120\ \mu\text{m}$ 的情况。在每一种情况中, 很明显, 如图 16A 和 16B 中所示能够避免破裂和碎裂并且如图 17A 和 17B 中所示能够使外周部分上的熔化部分的面积较小。

此外, 图 1A 至 1G 也是用于从沿另一个方向取得的截面图说明上述实施例的步骤图 (截面图), 因为在上述实施例中断续线状分离槽或点线状分离槽 L 与图 1A 至 1G 中的槽 5 相同。断续线状分离槽或点线状分离槽在俯视图中与连续槽不同, 但是, 截面图相同。当然, 图 2A 至 2F 和图 3A 至 3F 的修改能够应用于第五个实施例。

[第六个实施例]

图 20 是从半导体晶片 10 (图 18) 获取的半导体芯片 11 的俯视图。
半导体芯片 11 形成引线接合型 (wire-bonding type) LED 的主要部分。

半导体芯片 11 与半导体芯片 21 (图 28) 的不同之处是在半导体芯片 11 中形成熔化层 7, 熔化层 7 环绕在外周负电极 5a 的周围上面。标号 8 表示正电极 (或电极极板)。具有外周负电极 5a 的负电极 5 由形成在 n 层 2 (n 型层) 的暴露的表面的金属层 50 (图 18 和图 21A 至 21C) 制成。半透明的薄金属层可以大体均匀地层叠在 p 层 4 上。

(生产半导体晶片 10 的过程)

10 多层结构的并且总厚度为大约 5 μm 的第 III 族氮化物化合物半导体层 (n 层 2, 发光层 3 和 p 层 4) 层叠在大约 300 μm 厚并且由蓝宝石制成的晶体生长基片 1 上, 以便形成大约 3000 p-n 双杂结结构的蓝色 LED 元件 (半导体芯片 11 的原型)。通过汽相淀积在通过蚀刻暴露出来的 n 层 2 的表面上形成金属层 50。每一个 LED 元件的一条边大约为 350 μm 长。

(获取半导体芯片 11 的过程)

图 21A 至 21C 是描述用于获取半导体芯片 11 的过程。

(A) 保护膜 6 的形成

20 通过树脂涂敷步骤和树脂硬化步骤在半导体晶片 10 的上部表面 (元件形成表面) 上形成由透明树脂制成的保护膜 6 (图 21A)。

(B) 激光束照射步骤

接着, 使用钕铝石榴石 YAG 激光的第三次谐波 (波长: 355 nm), 以大约 10 μm 的束直径的激光束进行照射, 由此形成连续线状分离槽 S, 分离槽 S 比通过蚀刻暴露出来的 n 层 2 的暴露表面深大约 20 μm 至大约 25 30 μm 的数值 (图 21B)。

(C) 分离预处理和分离

然后, 除去保护膜 6 并且研磨蓝宝石基片 1 的后部表面, 使蓝宝石基片 1 的厚度变薄, 其结果是获得厚度为 100 μm 的薄晶片 10。在图 21C 中, 标号 1a 表示通过研磨获得的处理的表面。

30 然后, 由划线器在处理的表面 (半导体晶片 10 的后部表面) 上形成

分离线 1b。

然后，除去保护膜 6 并且通过滚轮切断切割晶体生长基片 1，由此将半导体晶片 10 分离成各个蓝色 LED 元件(图 20 中所示的半导体芯片 11)。

图 22 是用于说明上述步骤获得的芯片 11 的有用性的每一个半导体芯片 11 的部分的剖面图。例如，当以上述方式形成具有反射表面的外周负电极 5a (n 电极) 使其高度等于或大于发光层 3 的高度时，从发光层 3 的侧壁输出的光也能够向上发出。因此，根据半导体芯片 11 的结构，能够保持高外量子效率。

此外，根据这种结构，在金属层 (n 电极 5a) 和化合物半导体层 (n 层) 之间的连接部分中形成用于补充/加强金属层和每一个化合物半导体层或没有示出的等同于图 27 中的热影响部分的退火部分之间的连接强度的熔化层 7 (等同于图 27C 中的熔化部分)。因此，用于形成外周负电极 5a 的金属层和半导体层 (n 层 2) 之间的连接强度加强，从而提高了元件的寿命和成品率。

下面是上述生产方法获得的各个部分的尺寸，即：从发光层的侧壁到外周负电极的光反射表面的距离 L_1 ，外周负电极的宽度 L_2 ，熔化层的厚度 L_3 ，及每一个分离槽的半宽 L_4 (从熔化层的壁面到芯片分离面的距离 L_4)。

[表达式 2]

$$L_1 \approx 8 \mu\text{m}$$

$$L_2 \approx 10 \mu\text{m}$$

$$L_3 \approx 2 \mu\text{m}$$

$$L_4 \approx 5 \mu\text{m}$$

$$L = 2(L_1 + L_2 + L_3 + L_4) \approx 50 \mu\text{m} \quad (2)$$

例如，根据本发明，与相关技术相比以这种方式能够极大地减小尺寸 L 。因此，能够以与没有外周负电极 5a 的相关技术的半导体芯片从半导体晶片分离出的情况下大体相等的面积效率从半导体晶片分离出每一个都具有外周负电极 5a 并且发光效率高的半导体芯片。即，根据本发明，能够从面积与相关技术的半导体芯片相等的半导体晶片分离出性能比相关技术半导体芯片高但是数量与相关技术半导体芯片相等的半导体芯

片。

外周负电极 5a 防止电流密度分布偏离所引起的驱动电压的增加和光放射的不规则。因此，当使用本发明时，能够获得极大提高内量子效率的效果，同时获得提高外量子效率的效果。

5 此外，在半导体元件的结构中，在 p 层 4 和正电极 8 之间可以较宽地形成半透明的金属层。例如，当适当的金属蒸汽较宽并且均匀地淀积在 p 层 4 的上部表面上以至很薄时，更充分地防止了光发射中的不规则，同时能够获得提高发光效率的效果。这种金属层（p 电极）可以形成为多层结构。

10 例如，在“未审查日本专利公开 No. 2000-188421：第 III 族氮化物化合物半导体元件”中描述的各个部分的各种结构中的已知或可选择的结构可以用作包括电极层叠结构的引线接合型 LED 的优选结构。

[第七个实施例]

15 在第七个实施例中，用在倒装芯片型 LED 中的半导体芯片作为具体例子。

图 23A 是根据本发明第七个实施例的半导体芯片 200 的剖面图，及 23B 是半导体芯片 200 的俯视图。

20 在图 23A 和 23B 中，标号 201 表示蓝宝石基片；标号 202 表示由氮化铝（AlN）制成的缓冲层；标号 203 表示 n 型氮化镓化合物半导体层，该层载流子密度高并且由掺有硅（Si）的氮化镓（GaN）制成；标号 204 表示由 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 1$) 制成的发光层；以及标号 207 表示包括 p 型 $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ ($0 < y < 1$) 的 p 型包覆层（clad layer）205 和 p 型氮化镓（GaN）的 p 型接触层 206 的 p 型氮化镓化合物半导体层。此外，标号 210 表示由镍（Ni）制成的正电极；标号 220 表示由 SiO_2 制成的电绝缘膜；以及标号 25 230 表示由 V（钒）/Al（铝）制成的负电极（外周负电极）。这里，电绝缘膜 220 较薄并且半透明。

30 即，发光元件 200 的非常特别的特征是电绝缘层 220 从通过蚀刻形成的 n 型半导体层 203 的侧壁表面 10 经过半导体层 204，205 和 206 的侧壁表面 10，形成直到半导体层 207（包括层 205 和 206）的上部暴露的表面并且进一步直到形成在半导体层 207 上的正电极 210 的上部暴露的

表面的部分。发光元件 200 的最特殊的特征是负电极 230 遍及从 n 型半导体层 203 的上部暴露的表面到电绝缘膜 220 的上部表面的宽度范围形成。

此外，由 n 型氮化镓化合物半导体制成的 n 型半导体层 203 的上部暴露的表面形成遍及发光元件 200 的外周，以便负电极 230（外周负电极）遍及 n 型半导体层 203 的上部暴露表面的外周形成。

此外，在发光元件 200 中，负电极 230 的一部分不达到与正电极 210 的上部相应的位置。然而，这对于保持用于在 n 型半导体层 203 中流过的电流的电流路径的对称性是无关紧要的。如果在正电极和负电极之间易于发生短路，可以优选使用图 23A 和 23B 中的结构。

从半导体层的侧壁表面 10 泄漏的光被负电极反射以便从蓝宝石基片表面侧发出的意义上，从实现高光强度的观点优选负电极 230 到达与正电极 210 的上部表面对应的位置遍及外周。

电绝缘膜 220 用作减小侧壁表面 10 和负电极 230 的光反射表面之间的距离同时确保侧壁表面 10 和负电极 230 之间的电绝缘的有效装置。即，距离的减小效果有助于提高半导体晶片地面积效率（即，每单位面积的半导体晶片获取的半导体芯片的数量）。

例如，如上所述，本发明的各种装置对倒装芯片型 LED 也具有极大的效果。

当生产半导体芯片 200 用于形成这种倒装芯片型 LED 的主要部分时，在第一个实施例中使用的保护膜 6（图 21A 至 21C）不必使用，因为从图 23A 和 23B 也可以明显看出各个半导体层 203，204 和 207 覆盖有电绝缘层 220，及电极 210 和 230。因此，在这种情况下，不必总是提供保护膜形成步骤和保护膜除去步骤，从而，能够有效地或效率高地引入激光束照射步骤。

[第八个实施例]

本发明还能够用于 LD（半导体激光）

在第八个实施例中作为例子的半导体发光元件是端面发光型 LD（半导体激光）。从形成负电极的金属层上由激光束照射形成的分离槽中的每

一个大体平行于 LD 的谐振器中的谐振方向设置。

图 24 是根据第八个实施例的半导体芯片 100 的透视图。

由氮化铝 (AlN) 制成的缓冲层 102 层叠在蓝宝石基片 101 上。n 型层 103 包括掺有硅 (Si) 的 GaN 的高载流子密度 n^+ 层和层叠在高载流子密度 n^+ 层上的 GaN 的 n 型包覆层, 并且 n 型层 103 进一步形成在缓冲层 102 上。

如在已知的端面发光型激光二极管中所见到的端面发光型的有源层 (active layer) 104 进一步层叠在 n 型层 103 上。

p 型层 105 包括掺有镁 (Mg) 的 p 型 AlGaIn 的 p 型包覆层和层叠在 p 型包覆层上的掺有镁 (Mg) 的 p 型 GaN 的 p 型接触层, 并且 p 型层 105 进一步层叠在有源层 104 上。

通过从 (p 型激光层 105 侧) 上面蚀刻 n 型层 103 的一部分暴露出来。通过蚀刻形成平顶谐振器 (flat-top resonator) 部分和侵蚀残留部分 (erosional residual portion)。

在蚀刻中, 如此形成抗蚀剂掩模, 即抗蚀剂掩模部分的厚度随抗蚀剂掩模部分更接近谐振器而减小。结果, 能够调节半导体层蚀刻的深度。以这种方式, 形成锥形或倾斜部分。

此外, 在图中, 标记 A 表示端面发光型谐振器的平顶部分; 标记 B 表示侵蚀残留部分的最上的半导体层的上部表面; 以及标记 C 表示锥形部分。

由镍 (Ni) 制成的正电极 106 通过汽相淀积形成为谐振器的平顶部分 (p 型层 105) 上的薄膜。

由 V (钒) /Al (铝) 制成的负电极 107 通过汽相淀积形成为从 n 型层 103 的暴露部分通过半导体层的倾斜侧面 (锥形部分) 到侵蚀残留部分的最上的半导体层的上部表面的范围的区域或面积上的薄膜。因为与形状像垂直的悬崖的其它侧壁相比, 锥形部分的斜度是充分缓坡, 因此, 在锥形部分 C 也能够形成具有均匀和足够厚度的负电极 107。

即, 正电极 106 和负电极 107 如此形成, 即厚度大体彼此相等。

例如, 在“未审查日本专利公开 No. 2001-102673: 第 III 族氮化物化合物半导体激光二极管”中更详细地描述了半导体芯片 100 (LD) 的特

征，用途等。

图 25A（或 25B）是描述用于分离具有多个半导体芯片 100'（或 100）的半导体晶片的方法的部分俯视图。此外，图 25A 示出了用于在端面发光激光半导体芯片 100'根据本发明获取的情况下的分离方法，而图 25B 示出了用于在端面发光激光半导体芯片 100 根据相关技术获取的情况下的分离方法。

在俯视图图 25A 中所示的分离方法中，金属层用作在半导体晶片上形成的半导体发光元件中的每一个的负电极，从金属层上通过激光束照射形成连续线状分离槽 S，连续线状分离槽 S 用于将半导体晶片分离成多个半导体发光元件。在图 25A 中，每一个分离槽的宽度较小约 10 μm 。

例如，当从形成负电极 107 的金属层上加工每一个这样的分离槽 S 时，通过与第六个实施例中大体相同的作用，一个芯片所需要的半导体晶片的尺寸沿 X 轴方向能够极大地降低，如图 25A 所示。

负电极 107 沿 x 方向（垂直于谐振器的谐振方向 y）的平顶部分的最大宽度 D 优选保持至少约 30 μm ，以便每一个半导体芯片 100'能够稳定并精确可靠地固定到散热片等上或者能够保持充分的热传导效率。然而，不必在沿 y 方向的所有点始终保持宽度 D。

在通过激光束照射形成分离槽的步骤中，能够容易地以曲线方式形成分离槽。这是由于尽管当使用金刚石切割器等时分离槽根据切割器的性能易于以直线方式形成，但是，激光束照射中没有方向性或指向性。

因此，在图 25A 中所示地分离方法中，每一个分离槽 S 的大体形状像正弦波形。

例如，根据这种方法，能够增加从具有恒定面积的一个半导体晶片获取的具有相等或更高性能的半导体芯片的数量。

此外，本发明的主题或适用对象不限于 LED 和 LD。例如，在表面发光型 LD，半导体光接收元件，或其它一般半导体元件中，通过本发明能够获得本发明的作用和效果。

尽管上面分别说明了各种实施例，但是根据需要这些实施例可以结合并且应用于实际应用。

应当理解，本发明不限于上面给出的实施例说明，在本发明的精神和范围内可以做出各种改进，替换或改变。

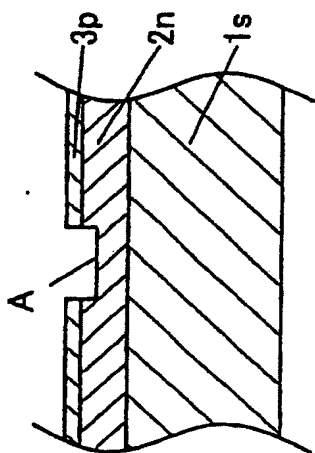


图 1A

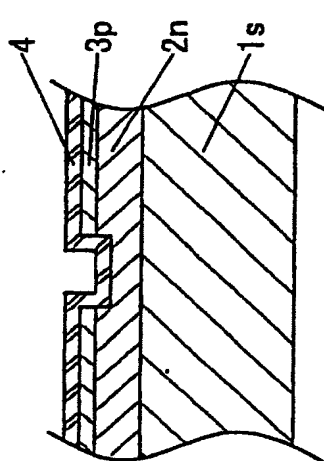


图 1B

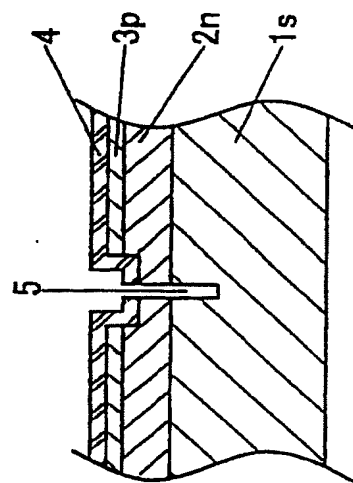


图 1C

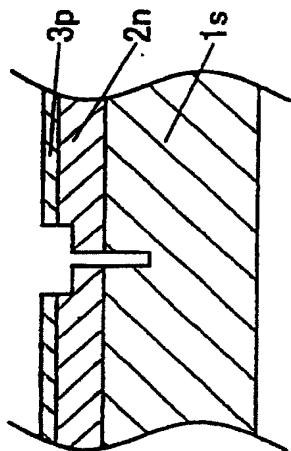


图 1D

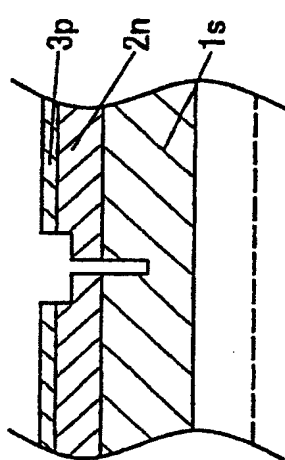


图 1E

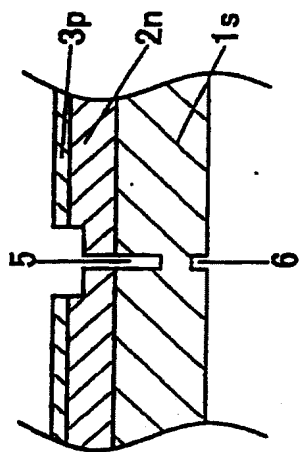


图 1F

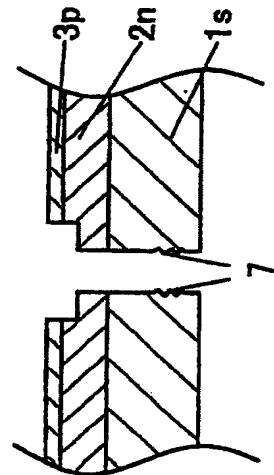


图 1G

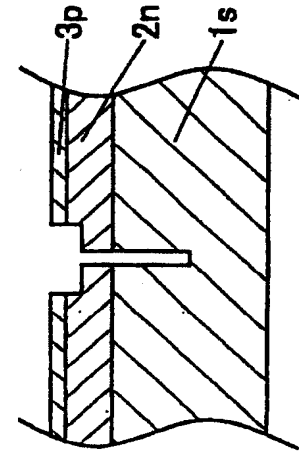


图 2D

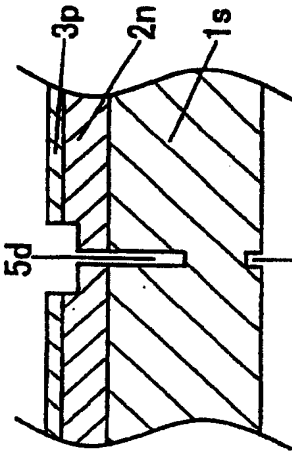


图 2E

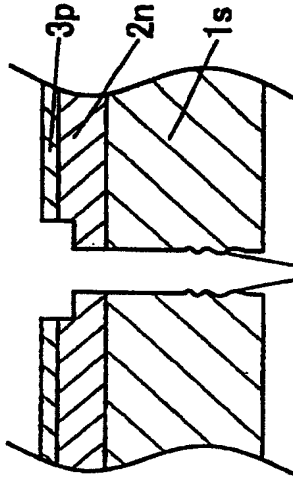


图 2F

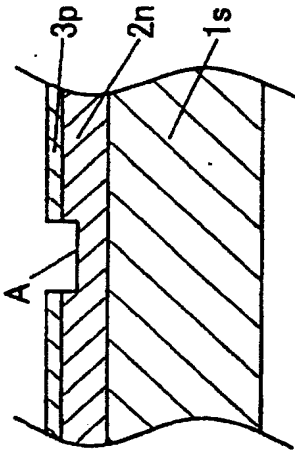


图 2A

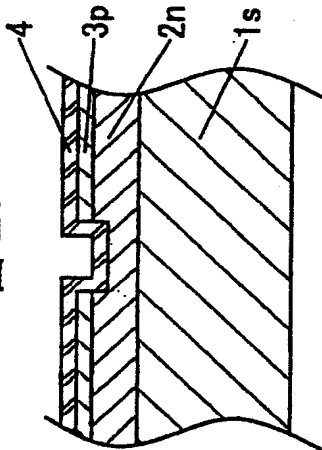


图 2B

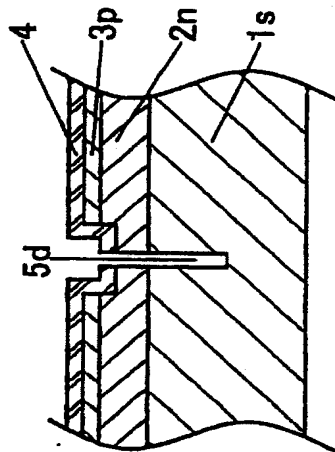


图 2C

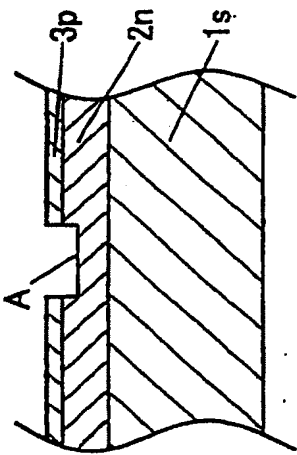


图 3A

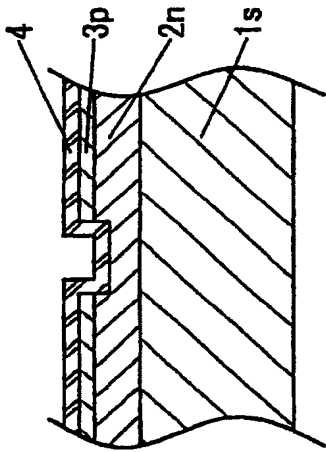


图 3B

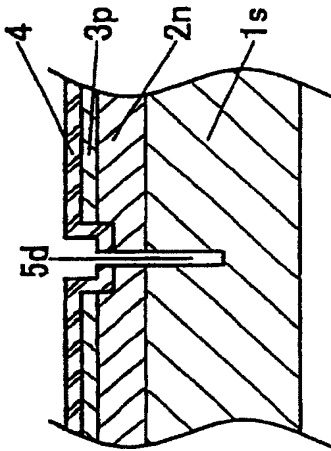


图 3C

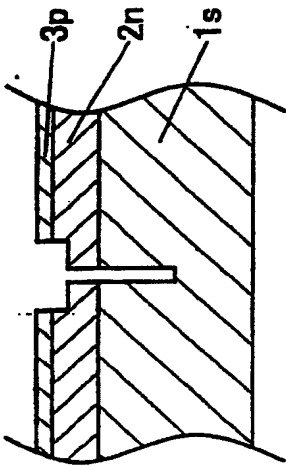


图 3D

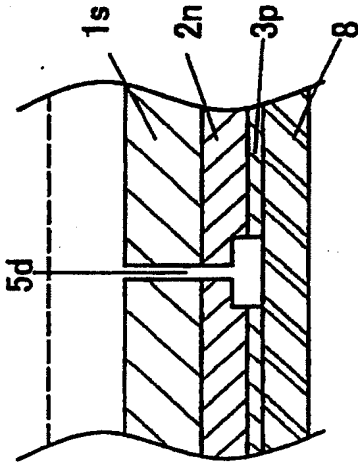


图 3E

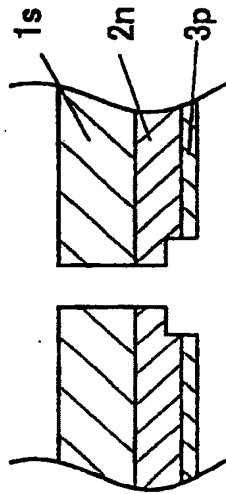


图 3F

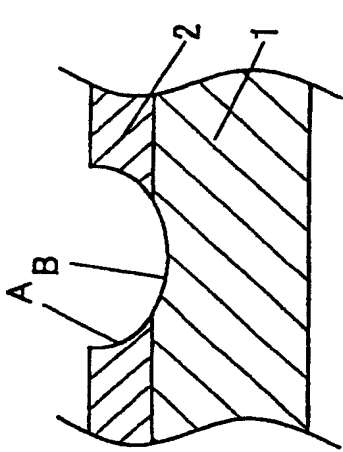


图 4A

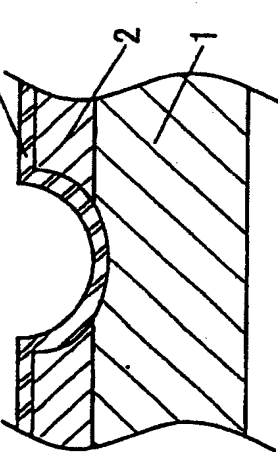


图 4B

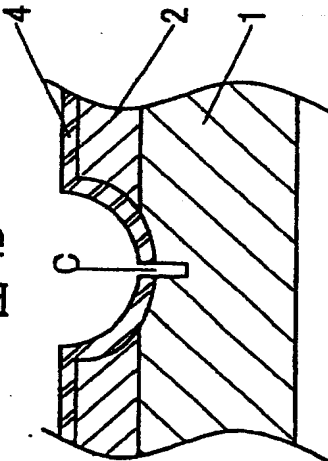


图 4C

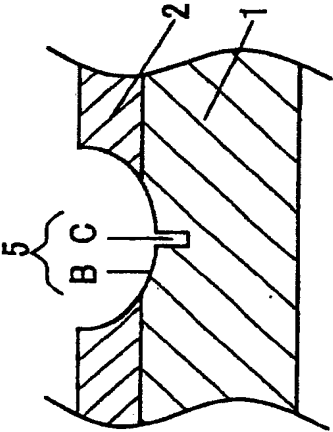


图 4D

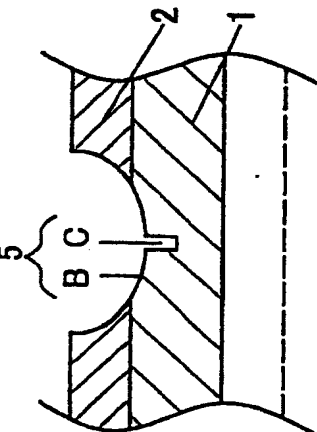


图 4E

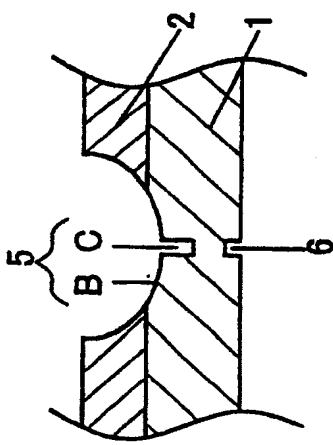


图 4F

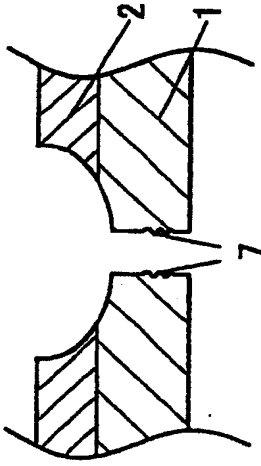


图 4G

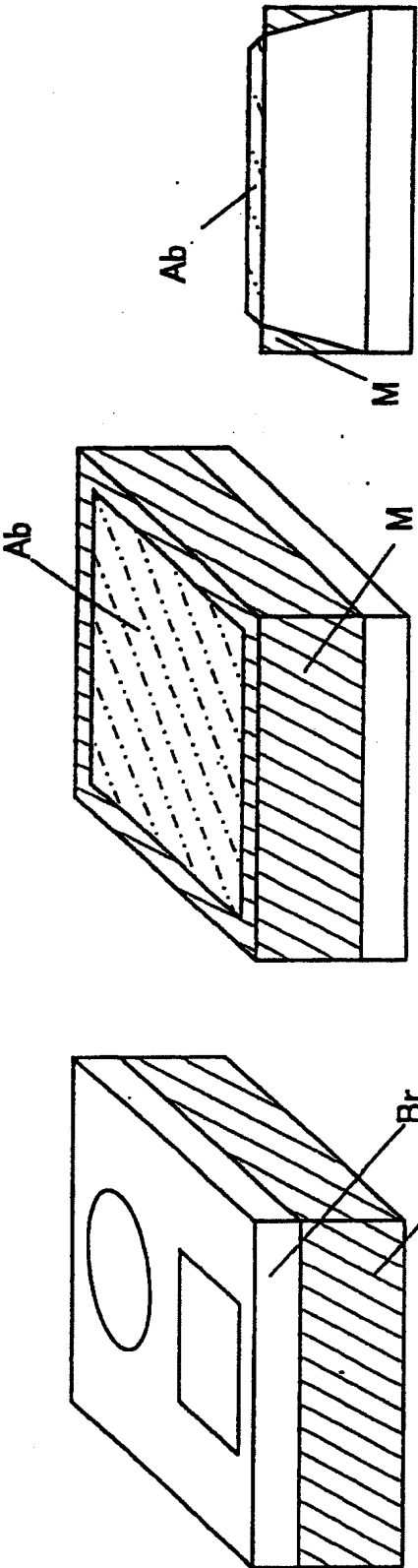


图 5A

图 5B

图 5C

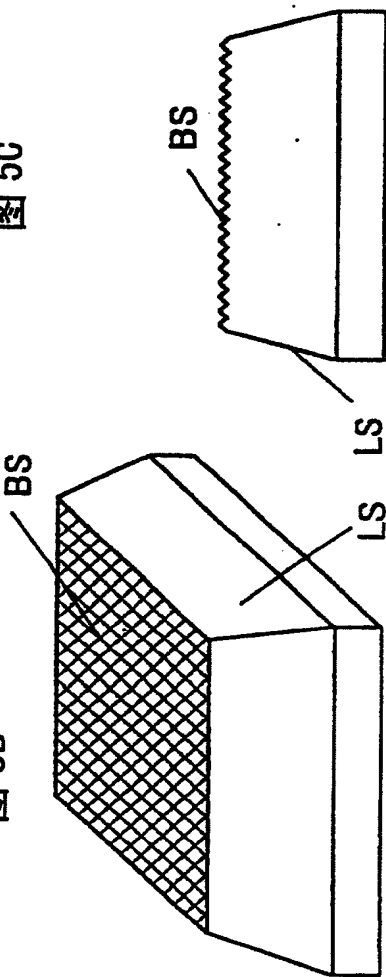


图 5D

图 5E

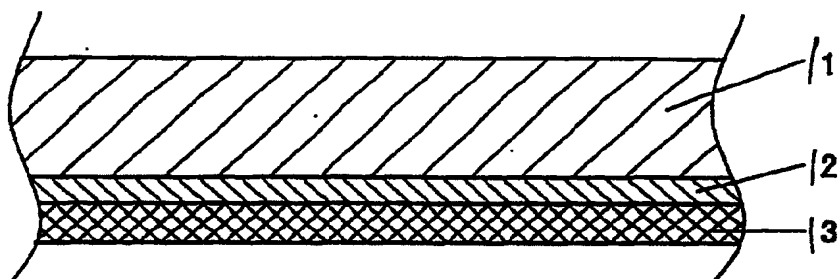


图 6A

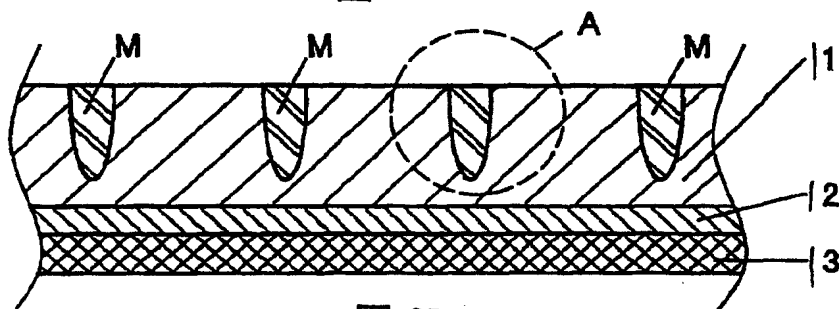


图 6B

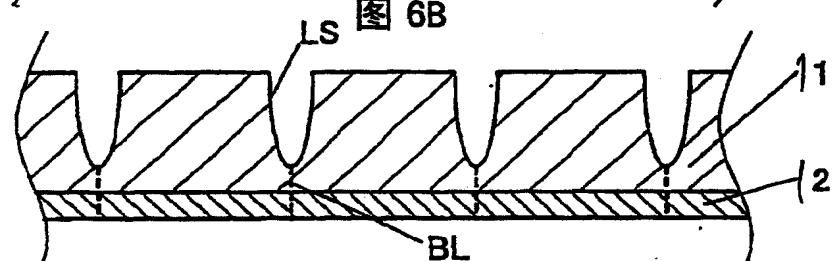


图 6C

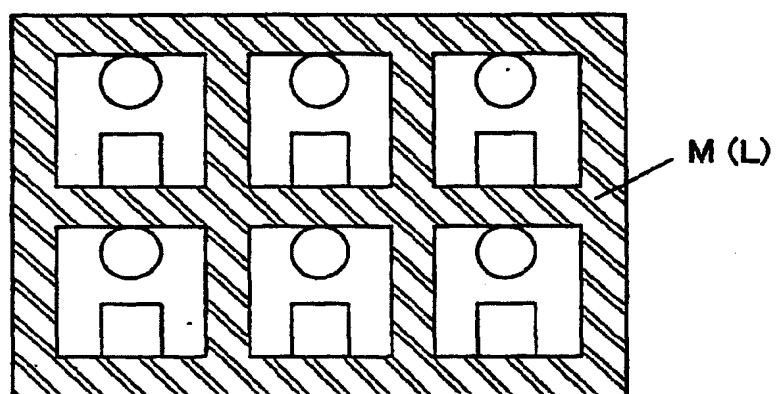


图 6D

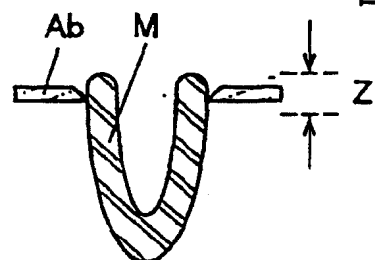


图 6E

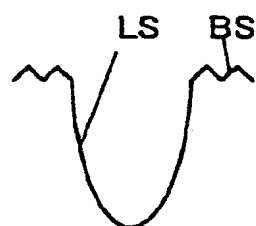


图 6F

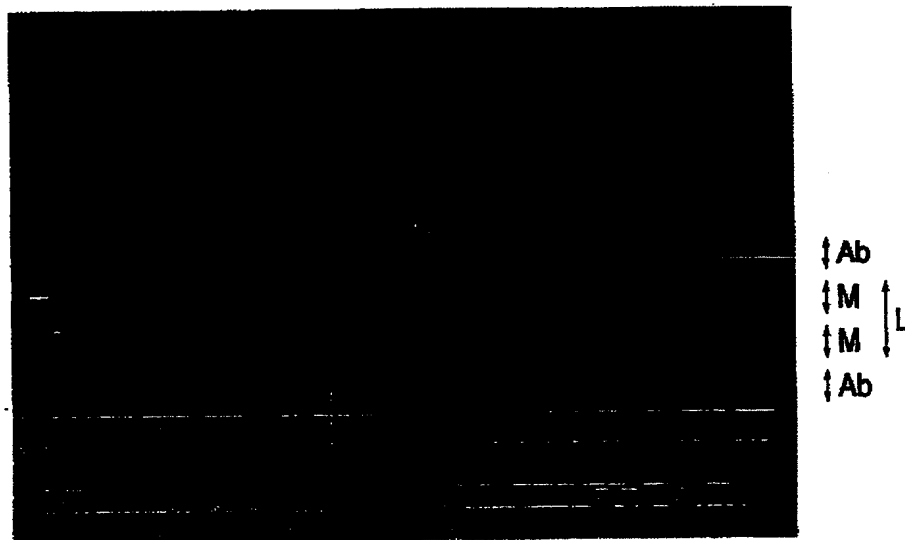


图 7A

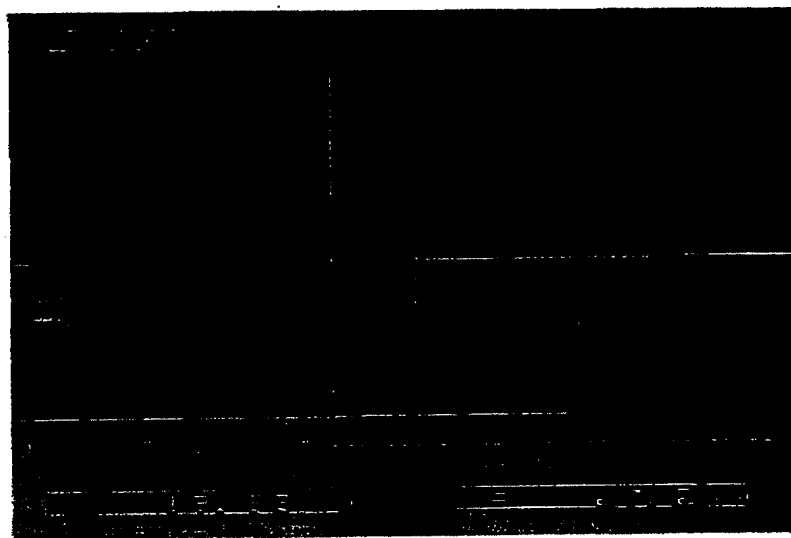


图 7B



图 8

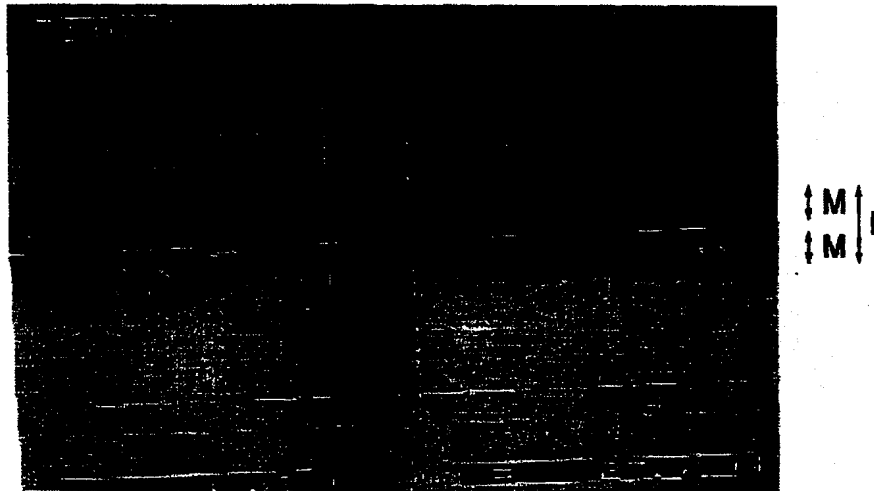


图 9

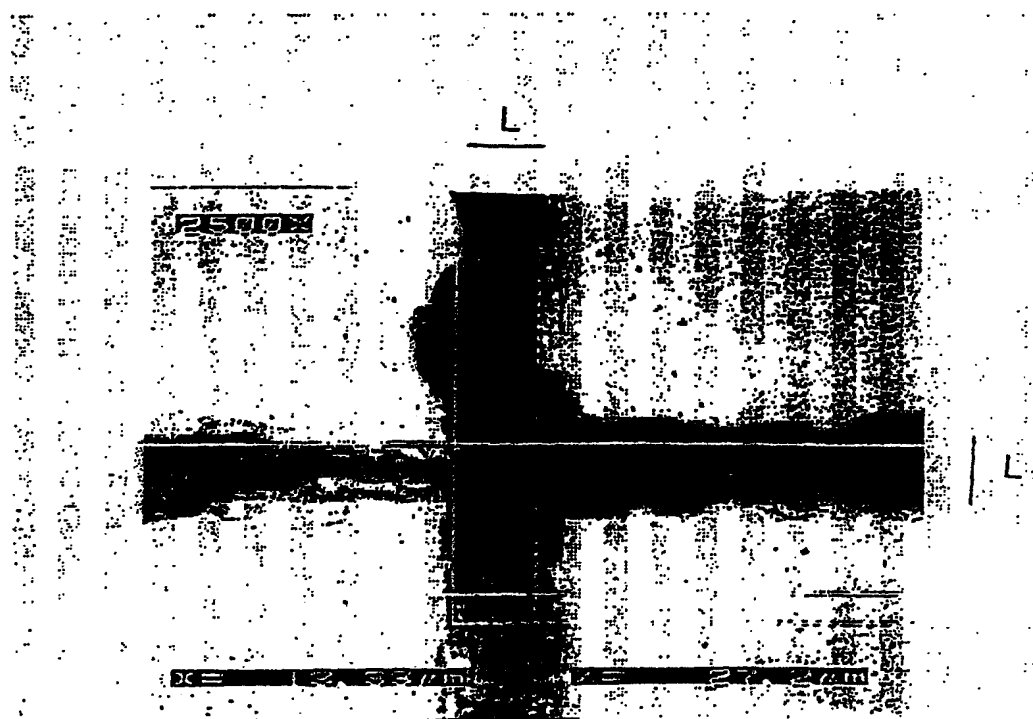


图 10A

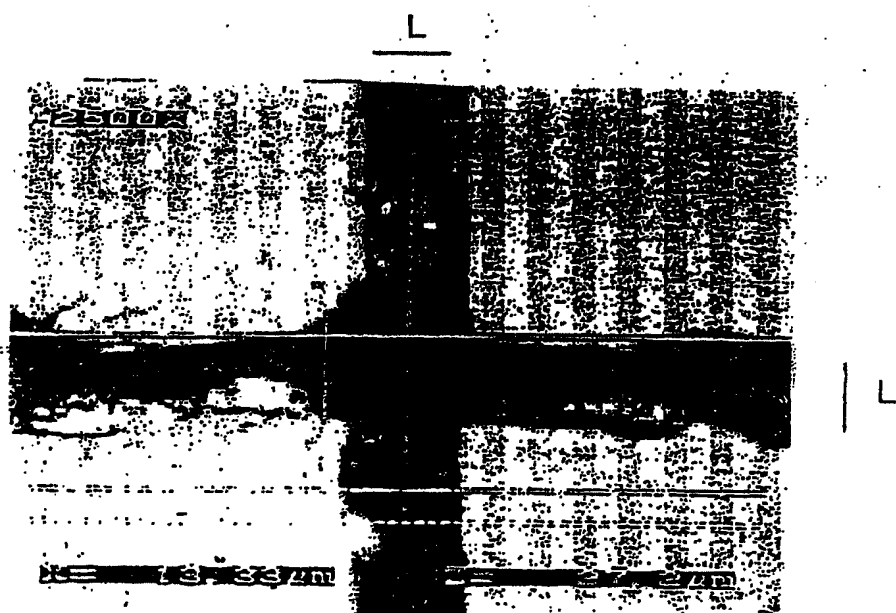


图 10B

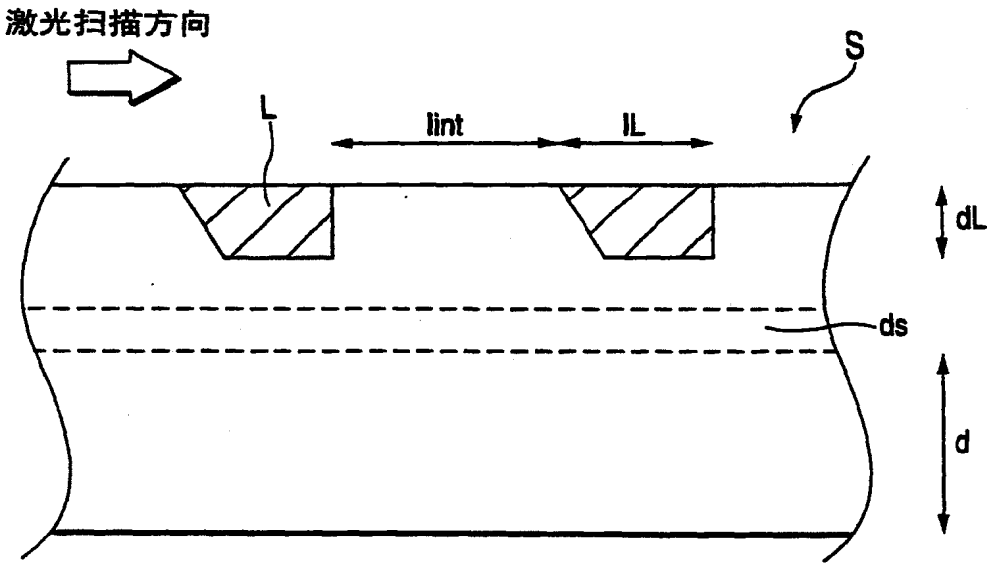


图 11A

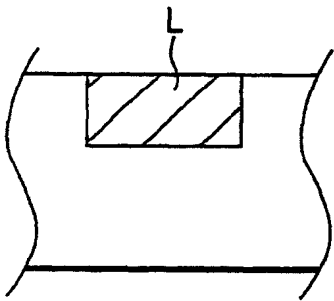


图 11B

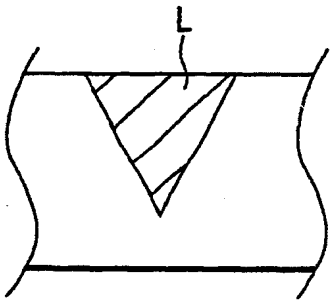


图 11C

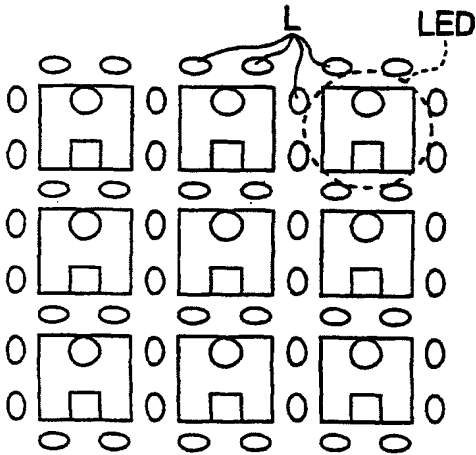


图 11D

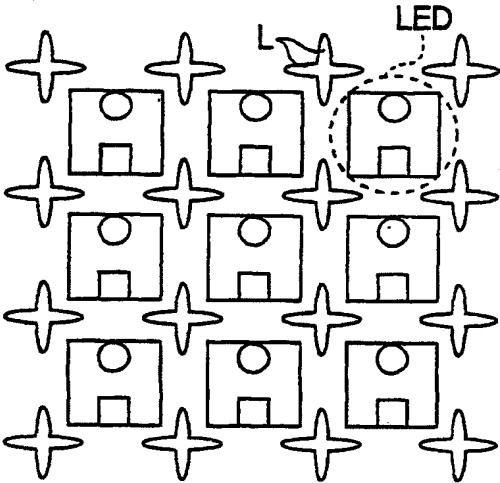


图 11E

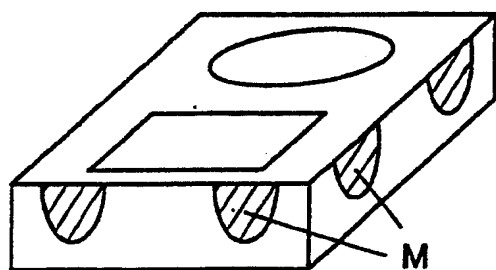


图 12A

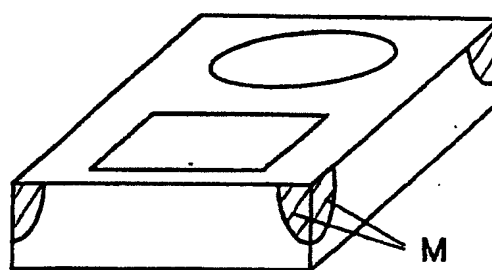


图 12B

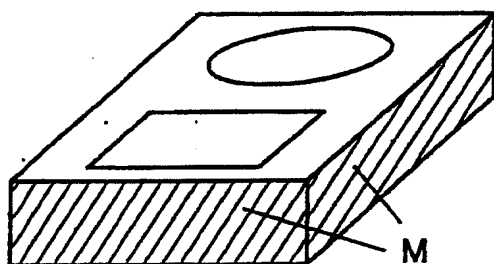


图 13A

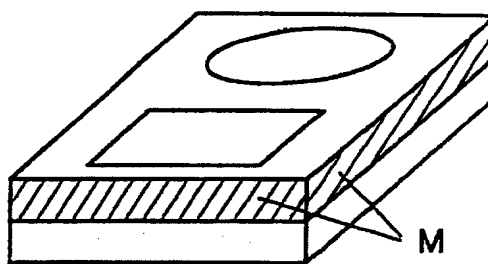


图 13B

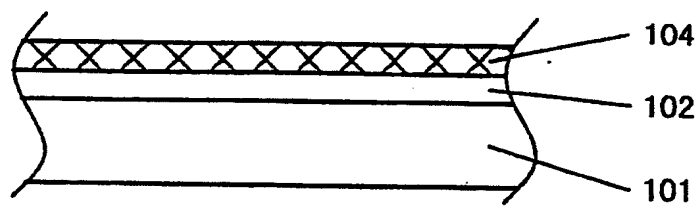


图 14A

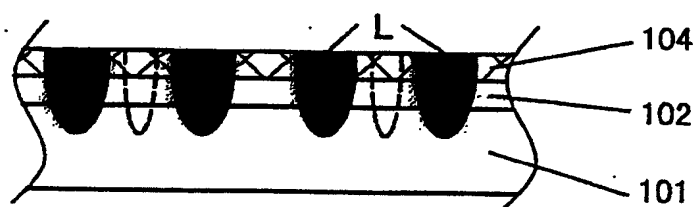


图 14B

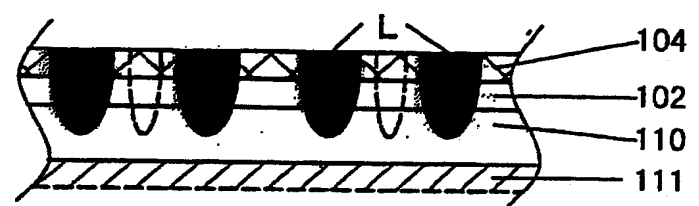


图 14C

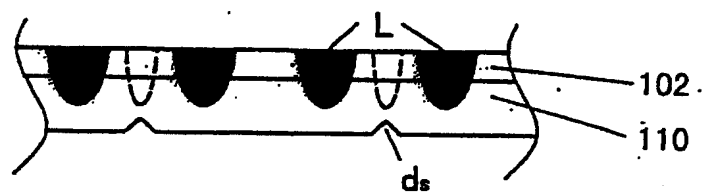


图 14D

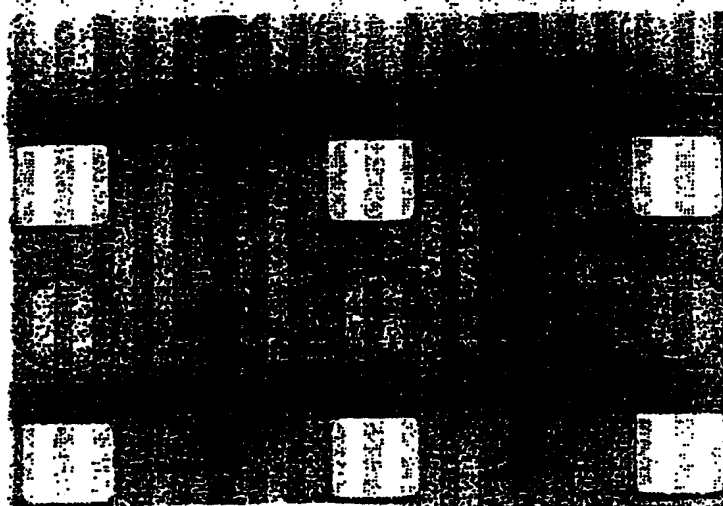


图 15A

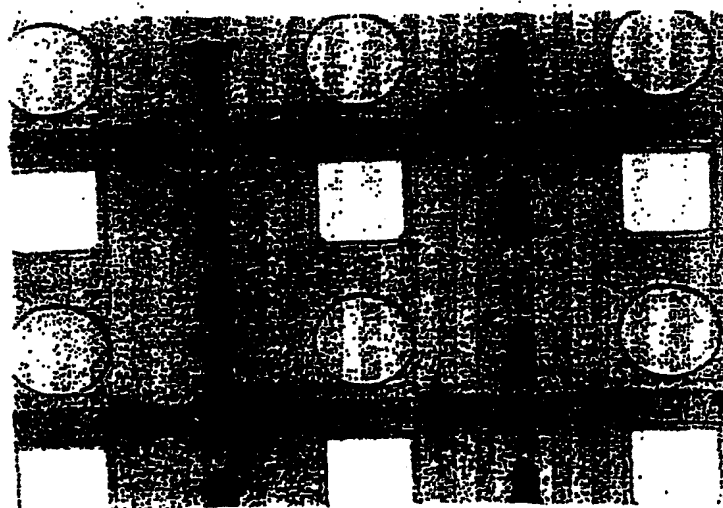


图 15B

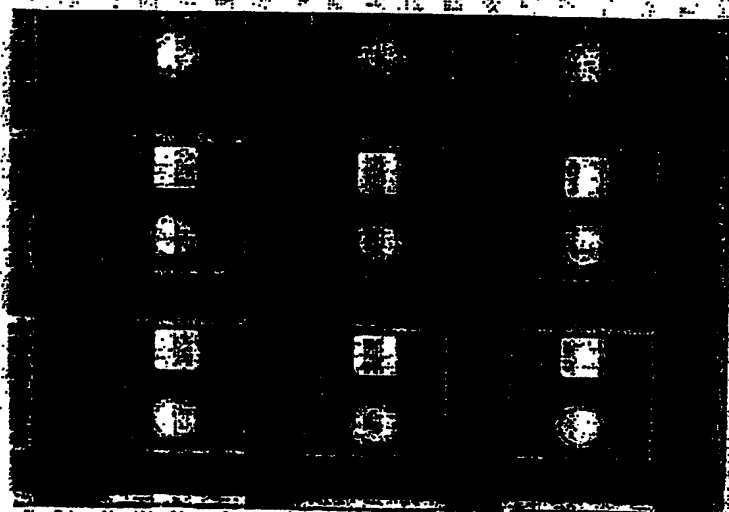


图 16A

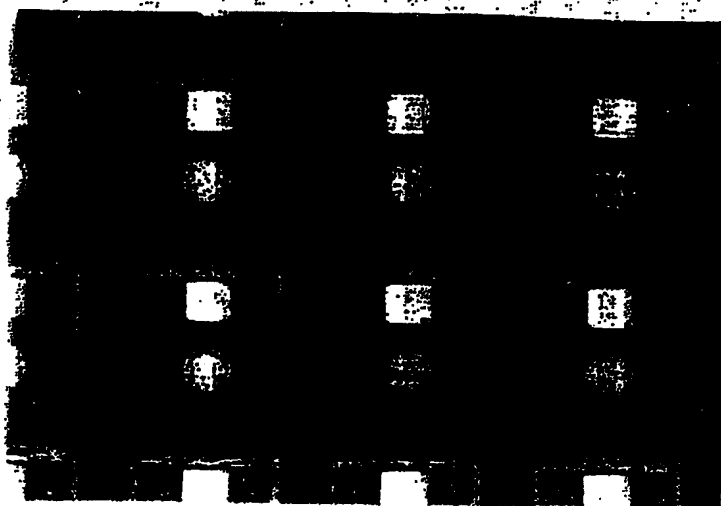


图 16B

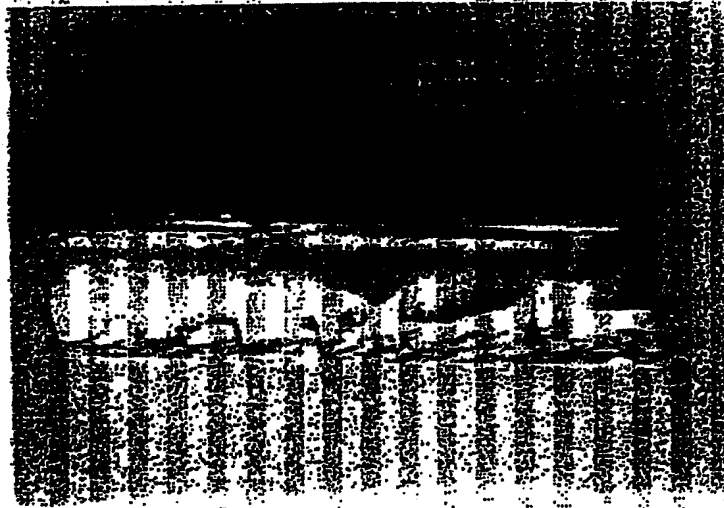
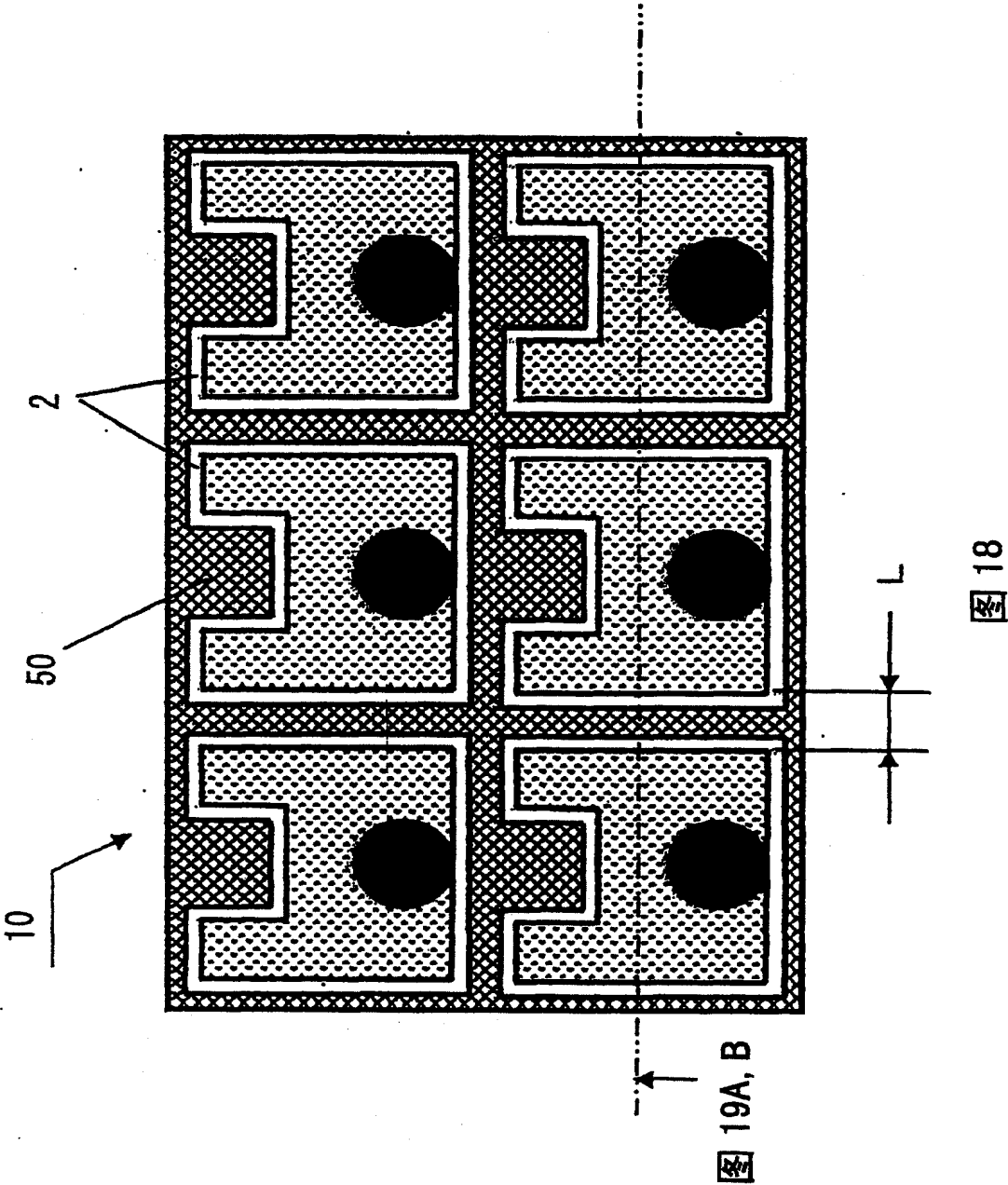


图 17A



图 17B



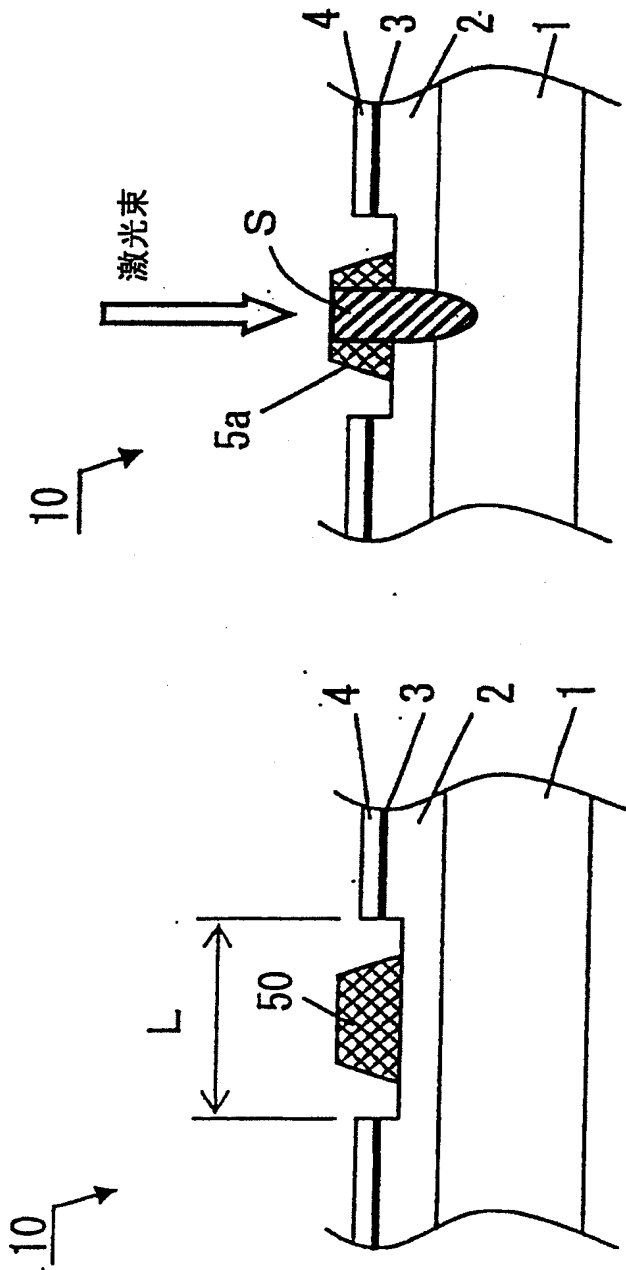


图 19A

图 19B

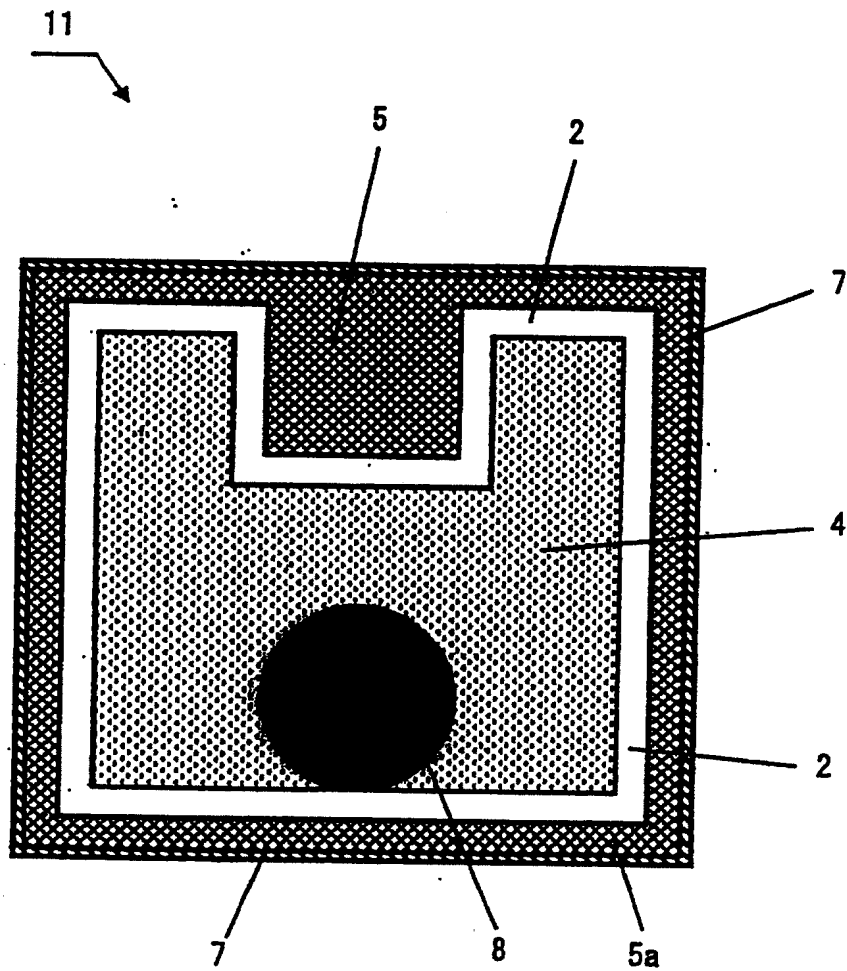


图 20

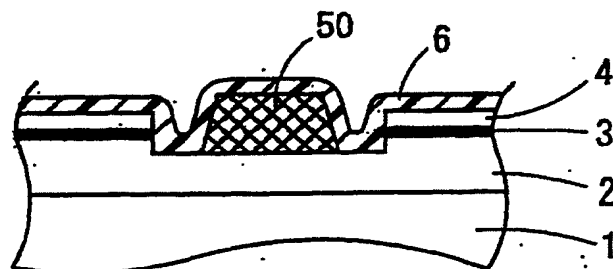


图 21A

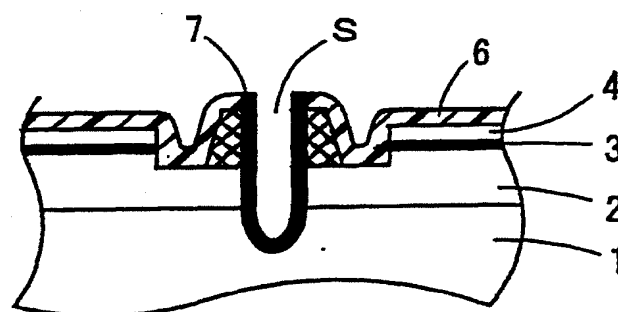


图 21B

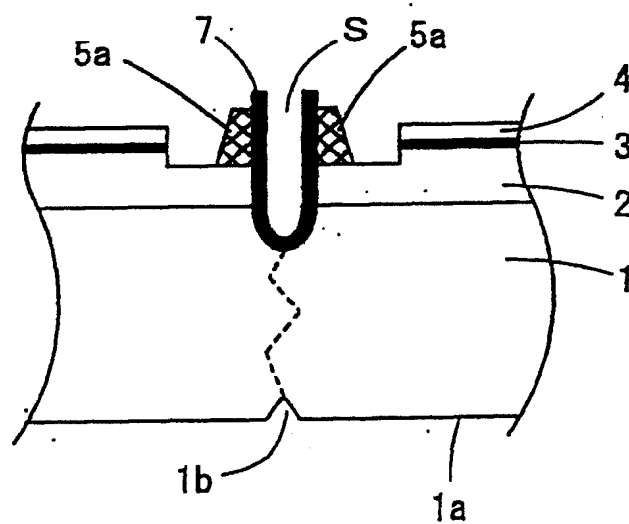


图 21C

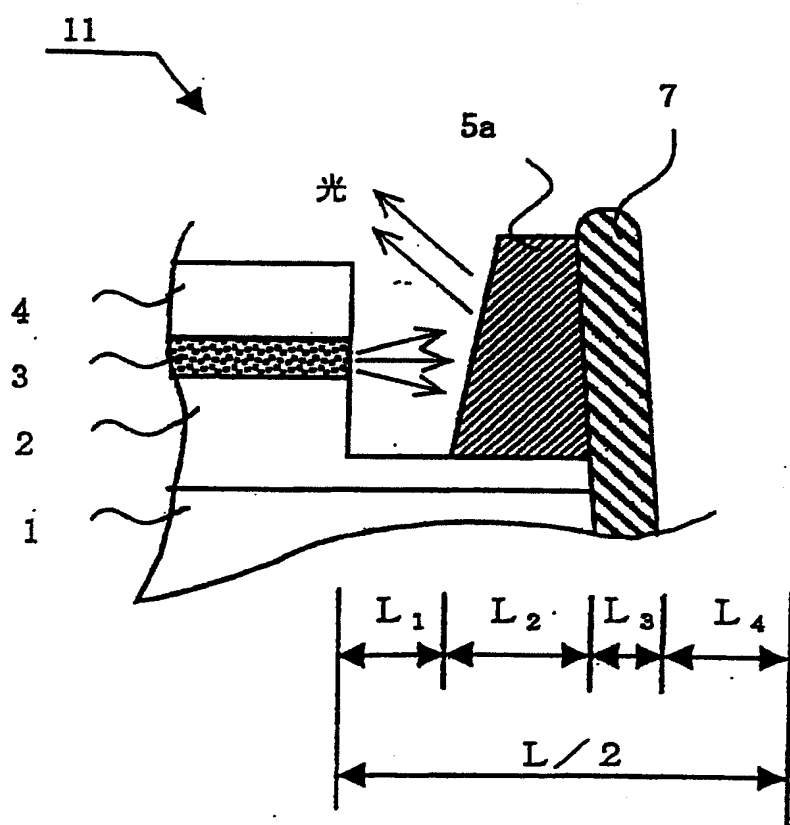


图 22

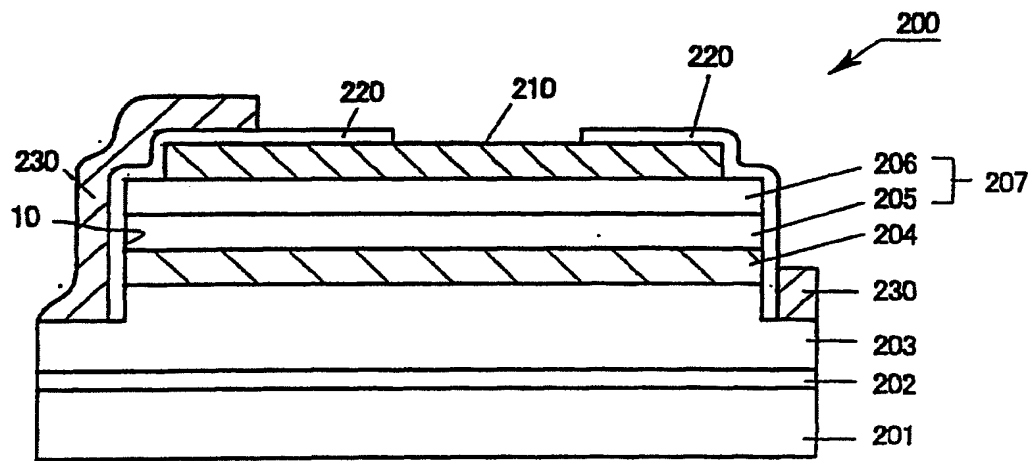


图 23A

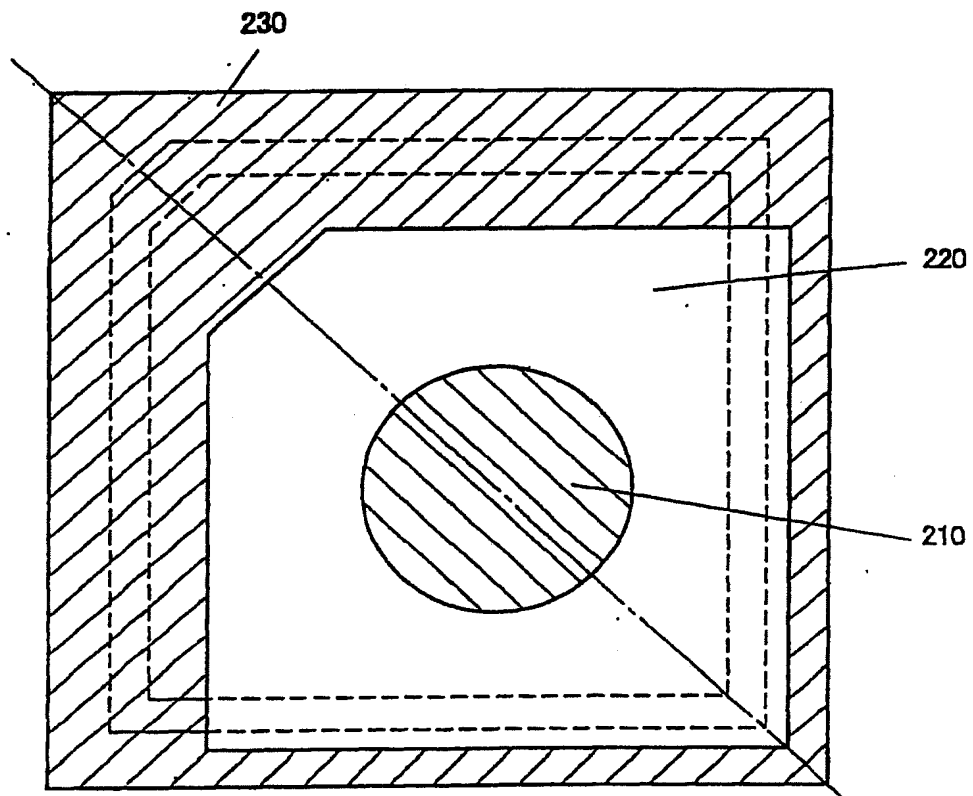


图 23B

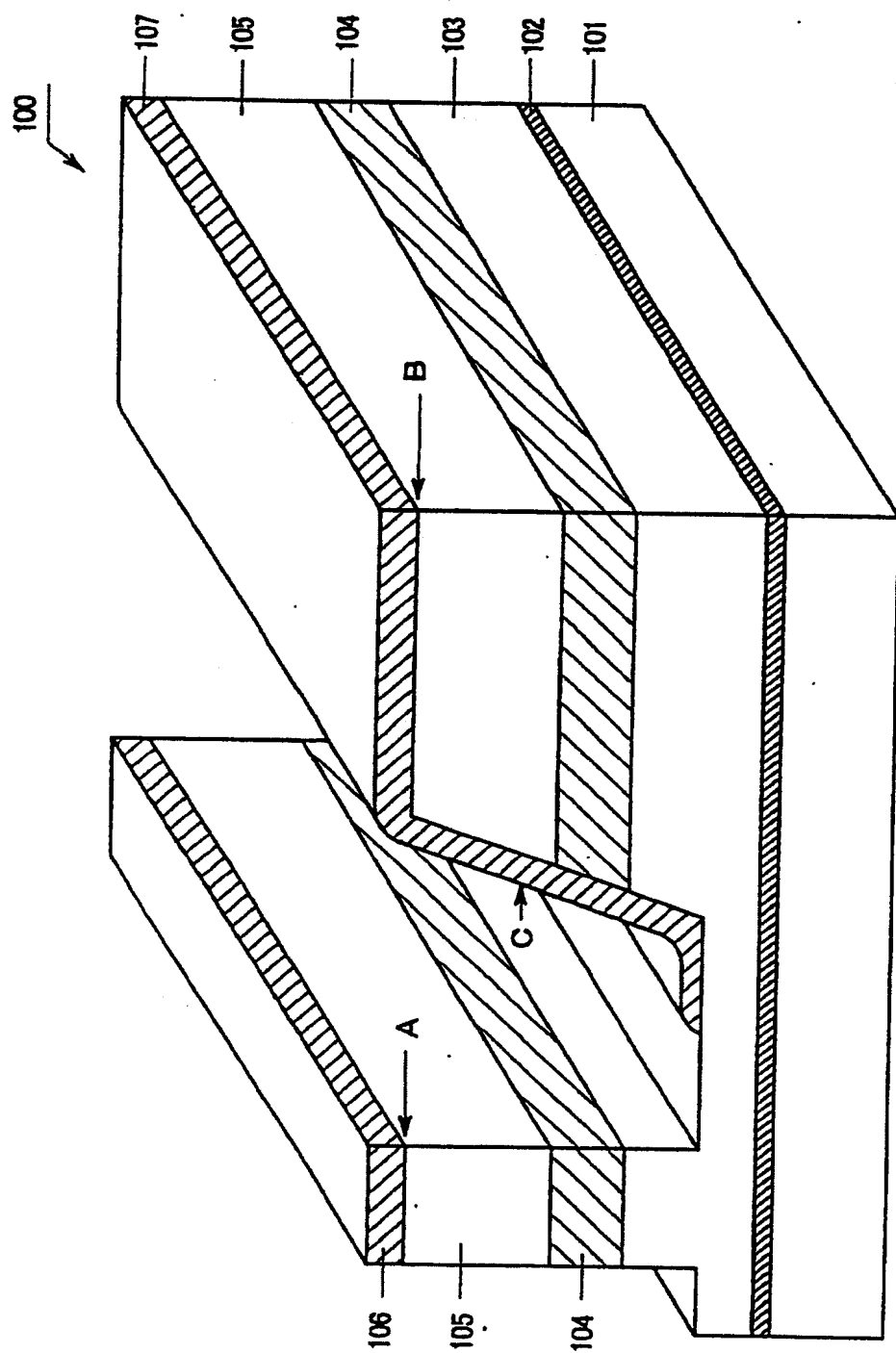


图 24

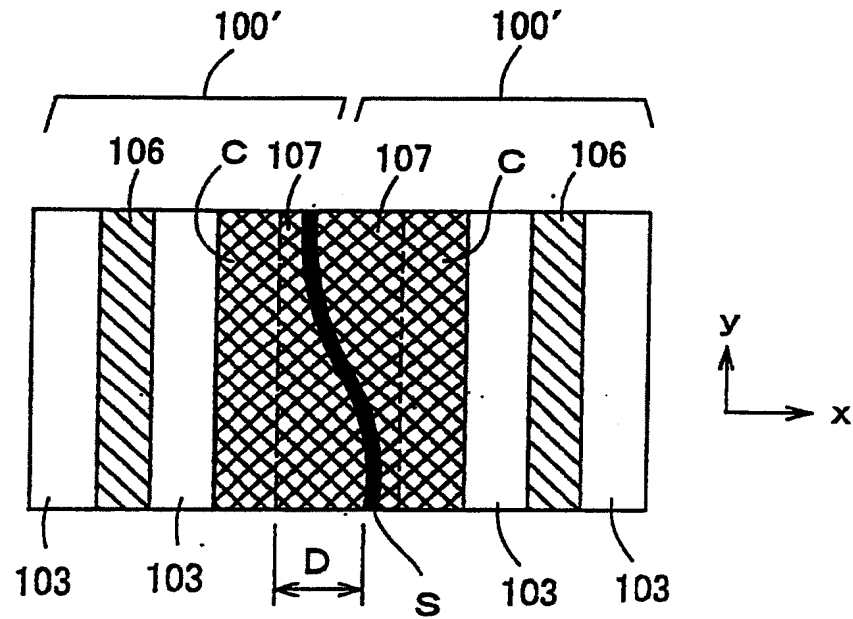


图 25A

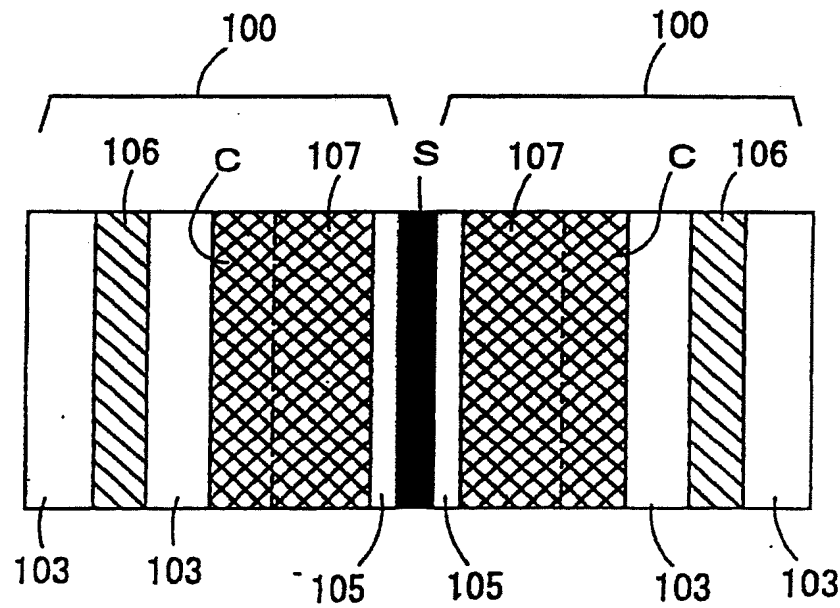


图 25B

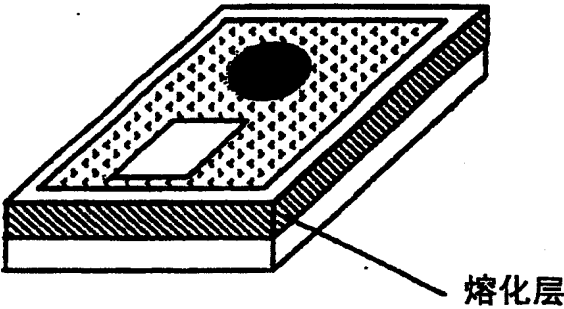


图 26A

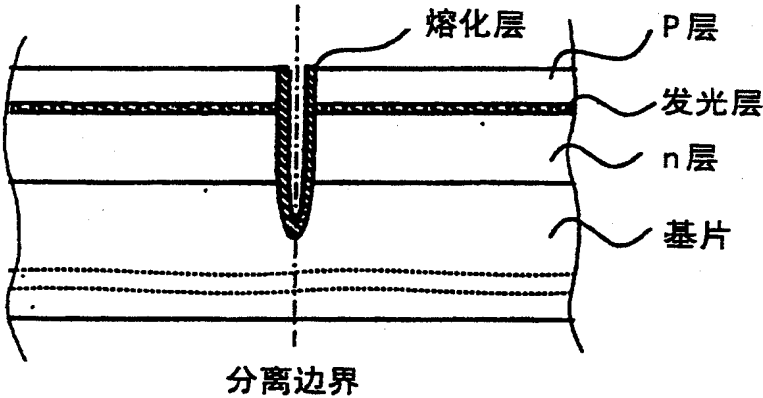


图 26B

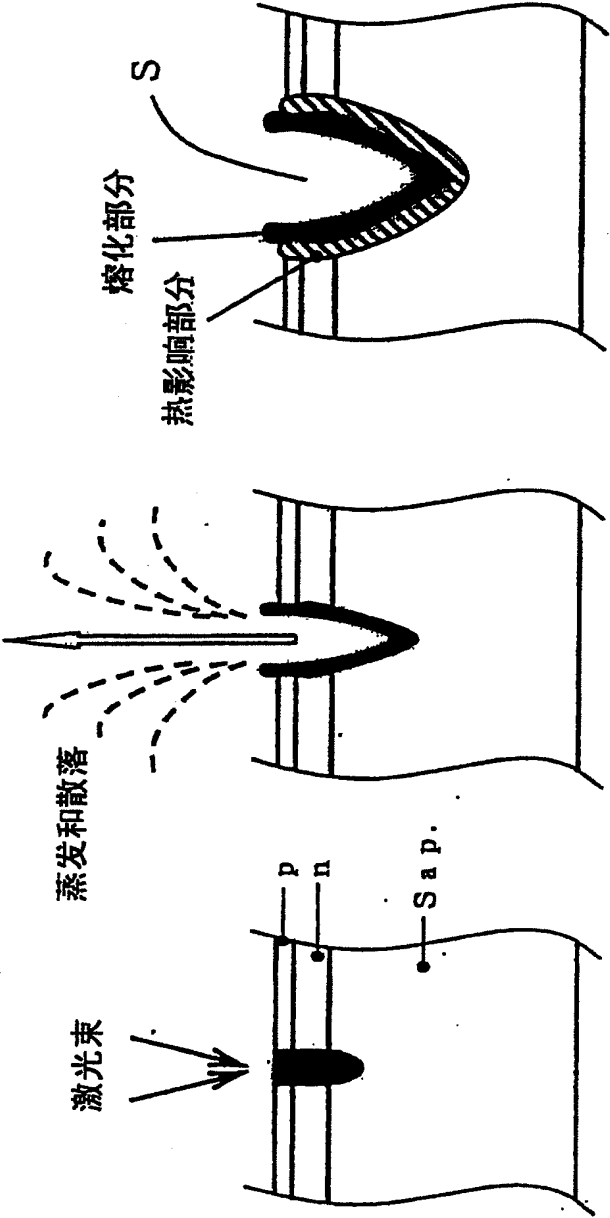


图 27A

图 27B

图 27C

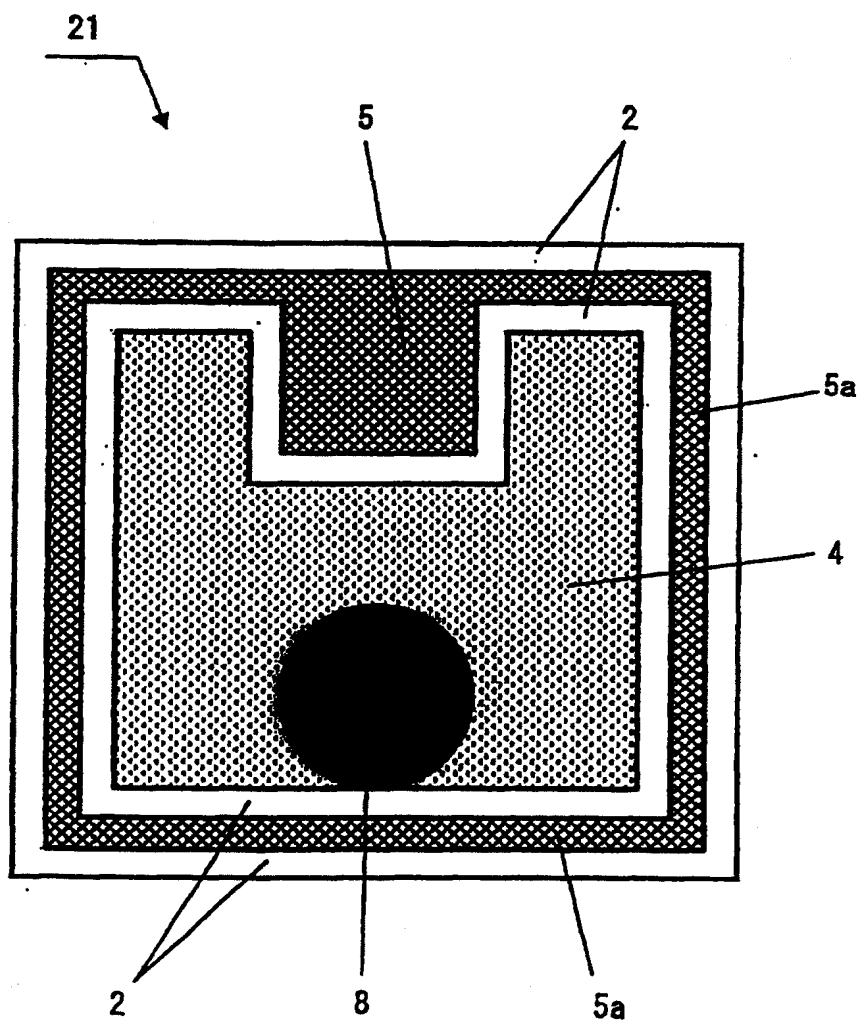


图 28

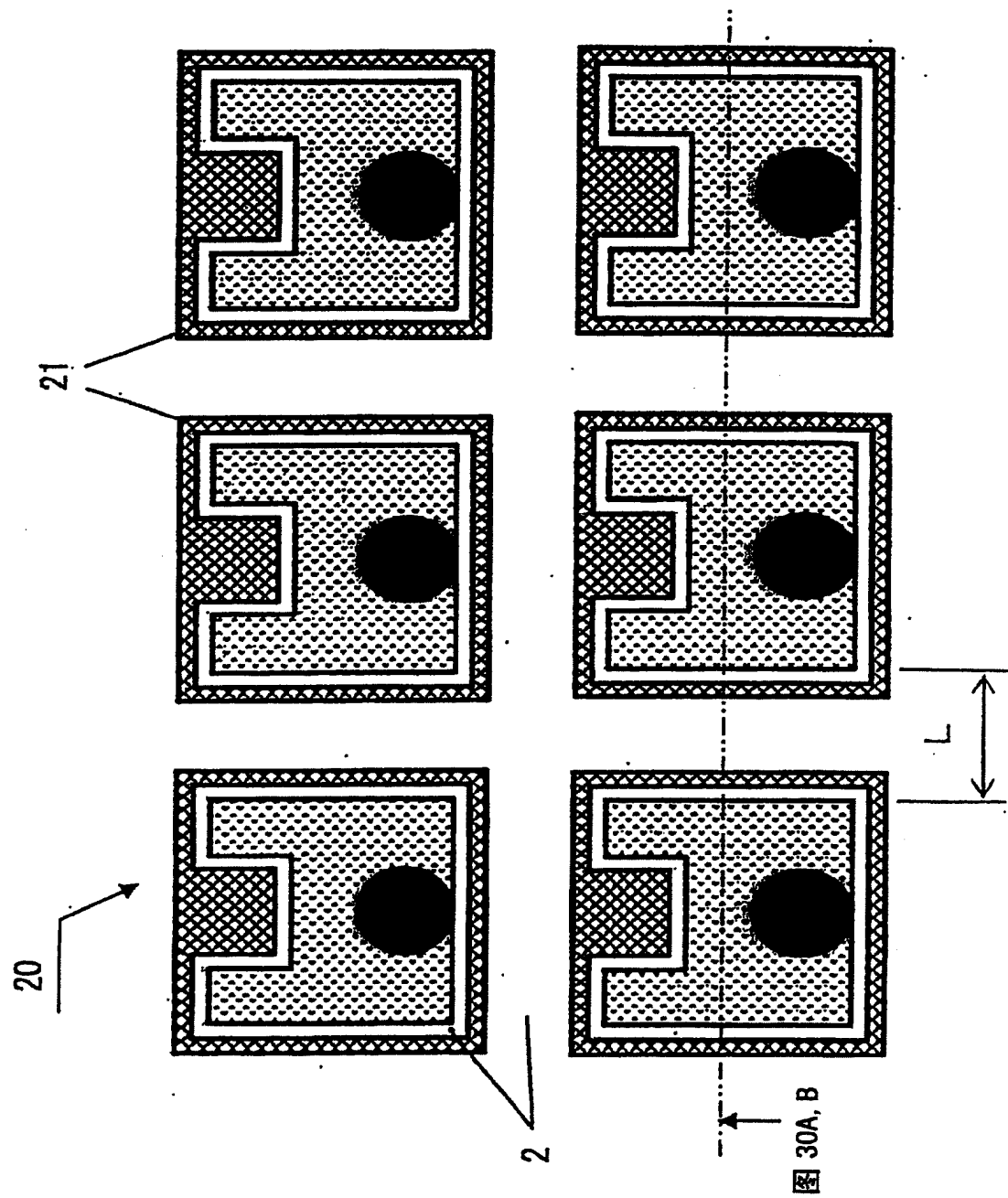


图 29

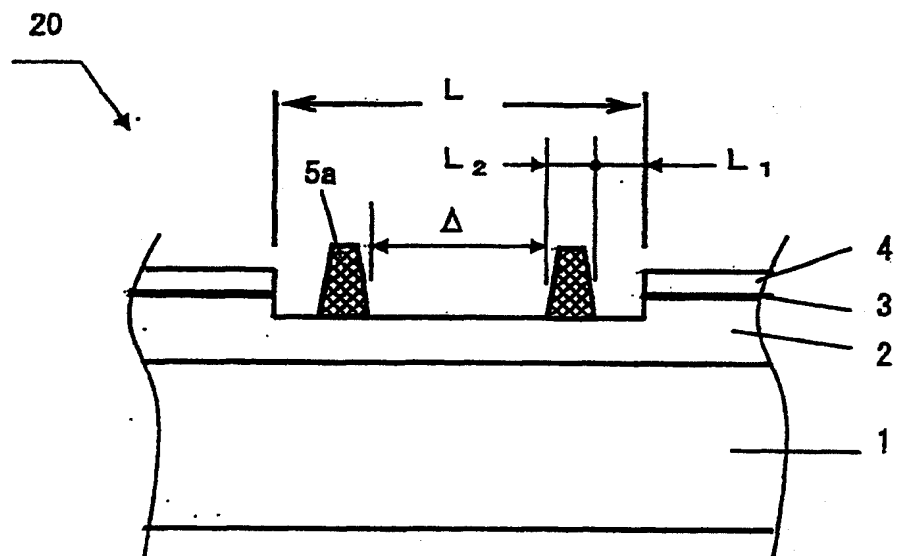


图 30A

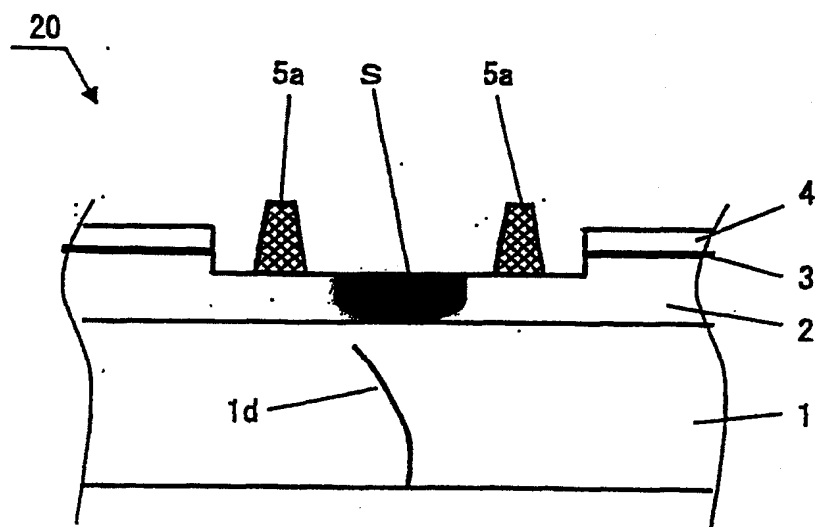


图 30B

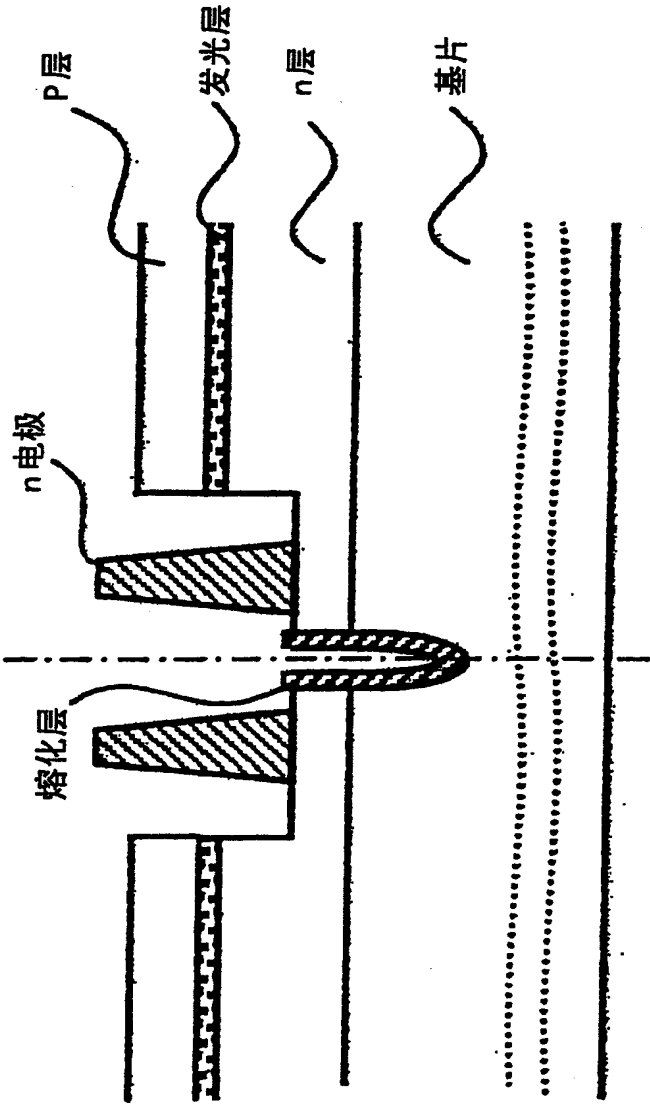


图 31